

История науки — Том 2

Эдвард Хантингтон Уильямс
Генри Смит Уильямс

A History of Science — Volume 2

Henry Smith Williams and Edward



Project Gutenberg

Электронная книга проекта "Гутенберг" по истории науки — Том 2

Эта электронная книга предназначена для использования любым человеком в любой точке Соединенных Штатов и большинства других частей мира бесплатно и практически без каких-либо ограничений. Вы можете скопировать его, раздать или повторно использовать в соответствии с условиями лицензии Project Gutenberg, прилагаемой к этой книге, или онлайн по адресу www.gutenberg.org. Если вы находитесь за пределами Соединенных Штатов, вам необходимо ознакомиться с законами страны, в которой вы находитесь, прежде чем использовать эту электронную книгу.

Название: История науки — Том 2

Автор: Генри Смит уильямс

Эдвард Хантингтон Уильямс

Дата выхода: 1 апреля 1999 [Электронная книга № 1706]

Последнее обновление: 29 января 2013

Язык: Английский

В титрах: Продюсеры Чарльз Келлер и Дэвид Уиджер

*** НАЧАЛО ПРОЕКТА "ЭЛЕКТРОННАЯ КНИГА ГУТЕНБЕРГА По ИСТОРИИ НАУКИ" — ТОМ 2 ***

ИСТОРИЯ НАУКИ

АВТОР: ГЕНРИ СМИТ УИЛЬЯМС, доктор медицины, ДОКТОР права.

АССИСТИРОВАЛ ЭДВАРД Х. УИЛЬЯМС, доктор МЕДИЦИНЫ

В ПЯТИ ТОМАХ

ТОМ II.

Содержание

ИСТОРИЯ НАУКИ

КНИГА II. ИСТОКИ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ

I. НАУКА В ТЕМНЫЕ ВЕКА

II. СРЕДНЕВЕКОВАЯ НАУКА У АРАБОВ

III. СРЕДНЕВЕКОВАЯ НАУКА На ЗАПАДЕ

IV. НОВАЯ КОСМОЛОГИЯ — ОТ КОПЕРНИКА До КЕПЛЕРА И ГАЛИЛЕЯ

Против ГАЛИЛЕЯ И НОВОЙ ФИЗИКИ

VI. ДВЕ ПСЕВДОНАУКИ - АЛХИМИЯ И АСТРОЛОГИЯ

VII. ОТ ПАРАЦЕЛЬСА До ГАРВЕЯ

VIII. МЕДИЦИНА В ШЕСТНАДЦАТОМ И СЕМНАДЦАТОМ ВЕКАХ

IX. УЧЕНЫЕ-ФИЛОСОФЫ И НОВЫЕ УЧЕБНЫЕ ЗАВЕДЕНИЯ

X. ПРЕЕМНИКИ ГАЛИЛЕЯ В ФИЗИЧЕСКОЙ НАУКЕ

XI. НЬЮТОН И СОСТАВ СВЕТА

XII. НЬЮТОН И ЗАКОН ВСЕМИРНОГО ТЯГОТЕНИЯ

XIII. ТОЧНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ В ЭПОХУ НЬЮТОНА

XIV. ПРОГРЕСС В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА От ГИЛБЕРТА И ФОН ГЕРИКЕ До ФРАНКЛИНА

XV. ЕСТЕСТВЕННАЯ ИСТОРИЯ ДО ВРЕМЕН ЛИННЕЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ

ГЛАВА I

ГЛАВА III

ГЛАВА IV

ГЛАВА V

ГЛАВА VI

ГЛАВА VII

ГЛАВА VIII

ГЛАВА IX
ГЛАВА X
ГЛАВА XI
ГЛАВА XII
ГЛАВА XIV

ИСТОРИЯ НАУКИ

КНИГА II. ИСТОКИ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ

Исследования, представленные в настоящей книге, охватывают прогресс науки с конца римского периода в пятом веке нашей эры примерно до середины восемнадцатого века. При прослеживании хода событий на протяжении столь длительного периода становится очевидной трудность, которая повсюду преследует историка в меньшей степени, — трудность из-за конфликта между строго хронологическим и тематическим методом изложения. Мы должны как можно точнее придерживаться действительной последовательности событий, поскольку, как уже указывалось, одно открытие ведет к другому. Но, с другой стороны, прогрессивные шаги предпринимаются одновременно в различных областях науки, и если бы мы попытались представить их в строгом хронологическом порядке, мы потеряли бы всякое ощущение актуальной преемственности.

Наш метод заключался в принятии компромисса, прослеживании хода развития одной науки в каждую великую эпоху до удобной точки остановки, а затем повороте назад, чтобы рассказать историю другой науки. Так, например, мы рассказываем историю Коперника и Галилея, подводя итоги космического и механического прогресса примерно к середине семнадцатого века, прежде чем вернуться к физиологическому прогрессу пятнадцатого и шестнадцатого веков. Однако, как только мы войдем в последний поток, мы без перерыва проследим за ним до времен Гарвея и его современников в середине семнадцатого века, где оставим его и вернемся

к области механики, которую использовали преемники Галилея, которые также были предшественниками и современниками Ньютона.

В общем, это поможет читателю вспомнить, что, насколько это возможно, мы всегда придерживаемся одной и той же последовательности тематических трактовок современных событий; как правило, мы рассматриваем сначала космические, затем физические, а затем биологические науки. Тот же порядок обработки будет соблюден и в последующих томах.

В период, охватываемый настоящей книгой, были разработаны несколько величайших научных обобщений: например, теория Солнечной системы Коперника, истинное учение о движении планет, законы движения, теория кровообращения и ньютоновская теория тяготения. Труды исследователей первых десятилетий восемнадцатого века, завершившиеся открытием Франклином природы молнии и Линнеевской классификацией растений и животных, подводят нас к завершению нашей второй великой эпохи или, иначе говоря, к порогу нового времени.

I. НАУКА В ТЕМНЫЕ ВЕКА

Очевидное различие между классической и средневековой эпохами можно обнаружить в том факте, что первая породила, в то время как вторая не смогла породить, по несколько великих мыслителей в каждом поколении, которые были проникнуты тем скептицизмом, который является основой исследовательского духа; которые думали самостоятельно и давали более или менее рациональные объяснения наблюдаемым явлениям. Если бы мы могли исключить работы какого-нибудь десятка классических наблюдателей и мыслителей, классическая эпоха казалась бы таким же мрачным веком, как и эпоха, пришедшая ей на смену.

Но сразу же возникает вопрос: почему за все эти последующие столетия не появилось ни одного великого исследователя-оригинала? Мы уже предложили частичное объяснение тому факту, что границы цивилизации, где естественным образом происходило расовое смешение, были заселены полуварварами. Но мы не должны забывать, что в центрах цивилизации всегда было много людей с мощным интеллектом. Действительно, было бы нарушением принципа исторической преемственности предполагать, что в конце классического периода произошло какое-либо внезапное изменение в уровне менталитета римского мира. Таким образом, мы должны предположить, что направление, в котором повернулись великие умы, по какой-то причине изменилось. Говорят, Ньютон утверждал, что он делал свои открытия, постоянно "направляя" свой разум в определенном направлении. Вполне вероятно, что такое же объяснение может быть дано почти каждому великому научному открытию. Анаксагор не смог бы разработать теорию фаз Луны; Аристарх не смог бы выяснить истинный механизм солнечной системы; Эратосфен не смог бы разработать свой план измерения земли, если бы каждый из этих исследователей не "нацеливал" свой разум настойчиво на решение рассматриваемых проблем.

Мы также не можем сомневаться в том, что в каждом поколении темных веков жили люди, способные к творческому мышлению в области науки, и они точно так же "направляли" свой разум в правильном направлении. Трудность заключалась в том, что они не делали такого выбора. Их умы имели совершенно иную направленность. Они были очарованы другими идеалами; все их умственные усилия были направлены в разные русла. То, чем были эти различные каналы, не подлежит сомнению — это были каналы восточного экклезиастизма. Один чрезвычайно важный факт говорит здесь о многом. Дело в том, что, как указывает профессор Робинсон (1), со времен Бозция (умер в 524 или 525 гг. н.э.) до Данте (1265-1321 гг. н.э.) в Западной Европе не было ни одного известного писателя, который не был бы профессиональным церковником. Таким образом, вся ученость того времени была сосредоточена в жречестве. Мы знаем, что такое же положение вещей было в Египте, когда наука там стала статичной. Но, напротив, мы видели, что в Греции и раннем Риме научными работниками были в основном врачи или профессиональные учителя; среди них едва ли был профессиональный богослов.

Точно так же, как мы увидим в арабском мире, где только в средневековую эпоху наблюдался прогресс, образованными людьми были, по большей части, врачи. Теперь значение этого должно быть самоочевидным. Врач естественным образом "направляет" свой разум на практические аспекты. Его профессиональные занятия, как правило, делают его исследователем процессов природы. Обычно он скептик, проявляющий спонтанный интерес к практической науке. Но теолог "направляет" свой ум от практичности к мистицизму. Он профессионально верит в сверхъестественное; он преуменьшает ценность просто "естественных" явлений. Весь его склад ума ненаучен; фундаментальные постулаты его веры основаны на предполагаемых явлениях, которые индуктивная наука не может признать, а именно на чудесах. И таким образом, умы, "нацеленные" на сверхъестественное, достигли лишь туманного мистицизма средневековой мысли. Вместо того чтобы исследовать законы природы, они обращали внимание (как, например, Фома Аквинский в своей "Сумме теологии") на "деяния ангелов", "разговоры ангелов", "подчинение ангелов", "деяния ангелов-хранителей" и тому подобное. Они оспаривали такие важные вопросы, как, например, сколько ангелов может устоять на острие иглы? Они спорили "за" и "против" относительно того, был ли Христос ровесником Бога или же он был просто сотворен "в начале", возможно, за много веков до сотворения мира. Как можно было ожидать процветания науки, когда величайшие умы века могли заниматься подобными проблемами?

Несмотря на наши предубеждения, на этот вопрос может быть только один ответ. Восточные суеверия наложили свой отпечаток на честную область науки, какую бы компенсацию они ни приносили или не приносили в других областях. Но мы должны быть настороже, чтобы не переоценивать или неправильно оценивать это влияние. Потомки, оглядываясь назад, всегда склонны накладывать на любую данную эпоху прошлого отпечаток одной идеи и желать охарактеризовать ее одной фразой; тогда как в действительности все эпохи разнообразны, и любое обобщение относительно той или иной эпохи обязательно окажет этой эпохе нечто меньшее или нечто большее, чем справедливость. Таким образом, мы можем быть уверены, что идеал церковности не является единственной причиной научного застоя темных веков. Действительно, существовало еще одно влияние совершенно иного характера, которое слишком очевидно, чтобы его упускать из виду, а именно влияние экономического состояния Западной Европы в этот период. Как я уже указывал в другом месте, (2) Италия, центр западной цивилизации, была в то время бедна и, следовательно, не могла обеспечить денежный стимул,

столь необходимый для художественного и научного прогресса не меньше, чем для материального. Не было покровителей науки и литературы, подобных Птолемеям того древнего александрийского времени. Не было больших библиотек; не было колледжей, которые предоставляли бы возможности и стимулировали подрастающее поколение. Хуже всего было то, что хранить книги становилось все труднее.

Эту фазу исследования часто упускают из виду. Однако при ближайшем рассмотрении становится очевидной ее важность. Как бы мы жили сегодня, если бы не выпускались новые научные книги и если бы записи предыдущих поколений были уничтожены? Это то, что на самом деле происходило в Европе в средние века. В прежние времена книги производились и распространялись гораздо в большем количестве, чем иногда предполагается. Букмекерство действительно было важной профессией в Риме, фактическими изготовителями книг были рабы, работавшие под руководством издателя. Именно благодаря усилиям этих работников были умножены и распространены классические произведения на греческом и латыни. К сожалению, климат Европы не способствует неограниченному сохранению книги; поэтому очень немногие остатки классических произведений дошли до нас в оригинале из отдаленного периода. Редкими исключениями являются определенные фрагменты папируса, найденные в Египте, некоторые из которых представляют собой греческие рукописи, датируемые третьим веком до н.э. Даже из этих источников сведения скудны; и единственным другим хранилищем классических книг является единственная комната в погребенном городе Геркуланум, в которой хранилось несколько сотен рукописей, в основном в обугленном состоянии, значительное количество из которых, однако, было развернуто и найдено более или менее разборчивым. Эта библиотека в погребенном городе состояла в основном из философских трудов, некоторые из которых были совершенно неизвестны современному миру, пока не были обнаружены там.

Но эта находка, какой бы интересной она ни была с археологической точки зрения, не имела особого отношения к нашим знаниям о литературе древности. Наши знания об этой литературе по-прежнему должны основываться главным образом на тех копиях книг, которые были сделаны последующими поколениями. Сравнительно немногие из дошедших до нас рукописей старше десятого века нашей эры. Требуется лишь кратковременное рассмотрение условий, в которых производились древние книги, чтобы понять, насколько медленным и трудным был этот процесс до изобретения книгопечатания. Вкус книготорговцев требовал четко написанного текста, и в средние века вошло в обычай также создавать текст, богато украшенный орнаментом. Используемый шрифт является прототипом современного печатного текста, поэтому очевидно, что переписчик мог напечатать в лучшем случае несколько страниц за день. Таким образом, большая работа потребовала бы труда писца в течение многих месяцев или даже нескольких лет. Таким образом, мы можем предположить, что это был бы очень процветающий издатель, который мог бы выпускать сотню томов в год; и, вероятно, в любой момент времени, даже в период наибольшей славы Рима, было не так много издателей, у которых было что-либо подобное.

Поскольку в каждом поколении классического периода было большое количество авторов, из этого следует, что большинство из этих авторов, должно быть, были вынуждены довольствоваться изданиями, насчитывавшими очень мало экземпляров; и само собой разумеется, что большее количество книг никогда не воспроизводилось в том, что можно было бы назвать вторым изданием. Даже книги, сохранявшие свою популярность на протяжении нескольких поколений, в настоящее время не вызвали бы достаточного интереса для

копирования; и со временем такие произведения вообще прекратили бы свое существование. Несомненно, таким образом, многие сотни книг были утеряны до окончания классического периода, имена их авторов были совершенно забыты или сохранились только благодаря случайному упоминанию; и, конечно, работа по уничтожению шла гораздо быстрее в средние века, когда интерес к классической литературе на Западе упал до столь низкого уровня. Такие сборники ссылок и цитат, как "Греческая антология" и знаменитые антологии Стобея, Афанасия и Евсевия, дают нам представление о множестве писателей — Стобей цитирует более семисот, — очень большая часть из которых совершенно неизвестна, за исключением этих кратких выдержек из их утраченных произведений.

Вполне естественно, что научные труды пострадали по меньшей мере так же сильно, как и любые другие в эпоху, отданную церковным мечтаниям. Тем не менее, в некоторых отношениях есть повод для удивления относительно сохранившихся работ. Таким образом, как мы видели, очень обширные труды Аристотеля по естественной истории и не менее обширная естественная история Плиния, которые сохранялись на протяжении всего этого периода и сохранились до сих пор, составляют относительно объемистые тома. Эти работы, по-видимому, заинтересовали монахов средневековья, в то время как многим гораздо более важным научным книгам было позволено погибнуть. Значительная часть научной литературы также была сохранена благодаря любопытным переводам на арабский и армянский языки. Уже упоминался "Альмагест" Птолемея, который, как мы видели, был переведен на арабский и который позднее был привезен арабами в западную Европу и (по примеру Фридриха II Сицилийского) переведен с их языка на средневековую латынь.

Однако остается выяснить, по каким каналам греческие произведения попали к самим арабам. Чтобы получить ответ на этот вопрос, мы должны проследить течение истории от римского направления на восток до нового центра Римской империи в Византии. Здесь цивилизация сосредотачивалась примерно с пятого века нашей эры, и здесь европеец соприкоснулся с цивилизацией сирийцев, персов, армян и, наконец, арабов. Сами византийцы, в отличие от жителей западной Европы, не игнорировали литературу древней Греции; греческий язык стал обычной речью византийского народа, и их писатели прилагали неустанные усилия, чтобы увековечить идиому и стиль классического периода. Естественно, они также делали транскрипции классических авторов, и таким образом была сохранена огромная масса литературы, в то время как соответствующие произведения были совершенно забыты в Западной Европе.

Тем временем многие из этих произведений были переведены на сирийский, армянский и персидский языки, и когда позже византийская цивилизация пришла в упадок, многие произведения, которых больше не было в греческих оригиналах, продолжали широко распространяться на сирийском, персидском, армянском и, в конечном счете, в арабских переводах. Когда арабы начали свои завоевательные походы, которые вели их через Египет и вдоль южного побережья Средиземного моря, пока они, наконец, не вторглись в Европу с запада через Гибралтар, они привезли с собой переводы многих греческих классических авторов, которые были заново представлены западному миру этим странным путем.

Нам говорят, например, что Аверроуз, знаменитый комментатор Аристотеля, живший в Испании в двенадцатом веке, не знал ни слова по-гречески и был вынужден знакомиться с учителем через сирийский перевод; или, как утверждали другие (отрицая, что он знал даже сирийский),

через арабскую версию, переведенную с сирийского. Мы также знаем, что знаменитая хронология Евсевия была сохранена в армянском переводе; и неоднократно делались ссылки на арабский перевод великого труда Птолемея, к которому мы до сих пор применяем арабское название "Альмагест".

Известная история о том, что, когда арабы вторглись в Египет, они сожгли Александрийскую библиотеку, теперь считается выдумкой более поздних времен. Кажется гораздо более вероятным, что библиотека была в значительной степени разбросана до прихода мусульман. Действительно, было даже высказано предположение, что христиане более ранних времен удалили записи языческой мысли. Как бы то ни было, знаменитая Александрийская библиотека исчезла задолго до возрождения интереса к классическим наукам. Между тем, как мы уже говорили, арабы, далекие от уничтожения западной литературы, были ее главными хранителями. Отчасти, по крайней мере из-за того, что арабы с уважением относились к записям творческой работы предыдущих поколений чужеземных народов, они смогли опередить своих современников. Ибо не подлежит сомнению, что в течение того долгого периода времени, когда западный мир полностью игнорировал науку или, в лучшем случае, довольствовался случайным чтением Аристотеля и Плиния, арабы обладали уникальной способностью проводить оригинальные научные исследования. Им были обязаны все важные прогрессивные шаги, которые были сделаны в любой научной области на протяжении примерно тысячи лет после времен Птолемея и Галена. Прогресс, достигнутый даже арабами за этот длительный период, кажется достаточно скромным, однако у него есть некоторые существенные особенности. Теперь они потребуют нашего внимания.

II. СРЕДНЕВЕКОВАЯ НАУКА У АРАБОВ

Преемники Мухаммеда показали себя удивительно восприимчивыми к идеям западных народов, которых они покорили. Они вступили в контакт с греками в Западной Азии и в Египте и, как уже было сказано, стали их фактическими преемниками в продвижении факела познания. Однако не следует делать вывод, что арабские ученые как класс были сравнимы со своими предшественниками в творческом гении. Напротив, они сохранили большую часть консервативного восточного духа. Они были очарованы традицией, и, в основном, то, что они приняли от греков, они считали почти окончательным в ее учении. Было, однако, несколько заметных исключений среди тамошних ученых, и к ним следует отнести несколько открытий определенной важности.

Главными предметами, которые вызывали интерес и проявляли изобретательность арабских ученых, были астрономия, математика и медицина. Практическим аспектам всех этих предметов уделялось особое внимание. Таким образом, хорошо известно, что наши так называемые арабские цифры относятся к этому периоду. Революционный эффект этих символов применительно к практической математике трудно переоценить; но обычно считается и

фактически признавалось самими арабами, что эти цифры действительно были заимствованы у индусов, с которыми арабы соприкасались на востоке. Некоторые индуистские алфавиты, в частности алфавит баттаков с Суматры, дают нам ключ к происхождению цифр. Однако не представляется несомненным, что индусы использовали эти символы в соответствии с десятичной системой, которая является основным элементом их важности. Неизвестно, когда именно или кем было сделано такое применение. Если это было арабское нововведение, то, возможно, оно было самым важным, в заслугу этому народу. Другим математическим усовершенствованием стало введение в тригонометрию синуса — полухорды двойной дуги - вместо хорды самой дуги, которую использовали греческие астрономы. Это усовершенствование произошло благодаря знаменитому Альбатегнию, чьи работы в других областях мы вскоре рассмотрим.

Еще одно доказательство практичности было продемонстрировано в попытке арабов продвинуться дальше в измерении земли Эратосфеном. Вместо того чтобы полагаться на измерение углов, арабы решили измерить непосредственно градус земной поверхности — или, скорее, два градуса. Выбрав для эксперимента ровную равнину в Месопотамии, одна группа геодезистов продвинулась на север, другая - на юг, от заданной точки на расстояние в один градус дуги, определенное астрономическими наблюдениями. Полученный результат составил пятьдесят шесть миль для северного градуса и пятьдесят шесть и две трети мили для южного. К сожалению, мы не знаем точной длины рассматриваемой мили и поэтому не можем быть уверены в точности измерения. Интересно, однако, отметить, что два градуса были обнаружены неодинаковой длины, что позволяет предположить, что земля не является совершенной сферой — предположение, справедливость которого не подвергалась проверке окончательными измерениями примерно до конца восемнадцатого века. Арабское измерение было произведено во времена халифа Абдаллаха аль-Мамуна, сына знаменитого Харун-аль-Рашида. И отец, и сын были известны своим интересом к науке. Следует напомнить, что Харун-аль-Рашид был другом Карла Великого. Говорят, что он послал этому правителю в знак дружбы чудесные часы, из которых падал металлический шарик, чтобы отсчитывать время. Этот механизм, который, как утверждается, вызвал большое удивление на Западе, представляет собой еще один пример арабской практичности.

Возможно, величайшим из арабских астрономов был Мухаммед бен Джабир Альбатегниус, или Эль-Батани, который родился в Батане, в Месопотамии, около 850 года нашей эры и умер в 929 году. Альбатегний изучал астрономию Птолемея, но он также был практическим наблюдателем. Он сделал важное открытие о движении апогея Солнца. Иными словами, он обнаружил, что положение солнца среди звезд в момент его наибольшего удаления от земли было не таким, каким оно было во времена Птолемея. Греческий астроном поместил солнце на 65 градусах долготы, но Альбатегний обнаружил его на 82 градусах долготы - расстояние слишком большое, чтобы его можно было объяснить неточностью измерений. Современный вывод из этого наблюдения состоит в том, что Солнечная система движется в пространстве; но, конечно, такой вывод нельзя было сделать, пока земля считалась неподвижным центром Вселенной.

В одиннадцатом веке другой арабский первооткрыватель, Арзахель, заметив, что солнце находится на меньшем расстоянии от земли, чем предполагал Альбатегний, неверно предположил, что солнце тем временем удалялось. Современное объяснение этого наблюдения состоит в том, что измерение Альбатегния было несколько ошибочным, поскольку

мы знаем, что движение солнца неуклонно прогрессирует. Арзахель, однако, приняв измерения своего предшественника, сделал ложный вывод о колебательном движении звезд, поскольку идея о движении солнечной системы была недопустима. Это предполагаемое явление, которого на самом деле не существует, было названо "трепетанием неподвижных звезд" и на протяжении веков принималось как реальное явление. Арзахель объяснил это предполагаемое явление предположением, что точки равноденствия, или точки пересечения экватора и эклиптики, вращаются по окружностям радиусом в восемь градусов. Предполагалось, что первые точки Овна и Весов будут описывать окружность этих кругов примерно через восемьсот лет. Все это иллюстрирует, как сложное и ложное объяснение может занять место простого и правильного. Наблюдения последующих поколений убедительно показали, что изменение положения солнца регулярно прогрессирует, следовательно, нет никакого "трепета" звезд и вращения точек равноденствия.

Если арабы ошибались относительно предполагаемого движения неподвижных звезд, они сделали по крайней мере одно правильное наблюдение относительно неравномерности движения луны. Два неравенства движения этого тела уже были известны. Третья, называемая вариацией Луны, была открыта арабским астрономом, который жил в Каире и наблюдал в Багдаде в 975 году и носил грозное имя Мухаммед Абул Вефаль-Бузджани. Неравенство движения, о котором идет речь, в силу которого луна движется быстрее всего в период новолуния или полнолуния и медленнее всего в первой и третьей четверти, было заново открыто Тихо Браге шесть столетий спустя; факт, который сам по себе свидетельствует о пренебрежении открытием арабского астронома его непосредственными преемниками.

В девятом и десятом веках арабский город Кордова в Испании был еще одним важным центром научного влияния. Здесь была библиотека из нескольких сотен тысяч томов и колледж, где преподавались математика и астрономия. Гранада, Толедо и Саламанка также были важными центрами, куда стекались студенты из Западной Европы. Именно близость этих арабских центров стимулировала научные интересы Альфонсо X. Кастильского, по чьему примеру были составлены знаменитые альфонсинские таблицы. Известная история гласит, что Альфонсо, размышляя о сложности циклов Птолемея и эпициклов, был вынужден заметить, что, если бы с ним посоветовались во время сотворения мира, он мог бы предложить гораздо лучший и более простой план устройства вселенной. Должно было пройти несколько столетий, прежде чем Коперник смог показать, что виноват не план Вселенной, а человеческая интерпретация его.

Еще одной королевской особой, попавшей под арабское влияние, был Фридрих II Сицилийский — "Чудо света", как его называли современники. По его просьбе "Альмагест" Птолемея был переведен на латынь и через этот любопытный канал был представлен западному миру. В это время для итальянских и испанских ученых стало обычным делом понимать арабский, хотя они совершенно не знали греческого.

В области физических наук одним из самых важных арабских ученых был Альхазен. Его работа, опубликованная примерно в 1100 году нашей эры, пользовалась большой известностью на протяжении всего средневекового периода. Первоначальные исследования Алхазена были в основном связаны с оптикой. Он провел особые исследования самого глаза, и названия, данные им различным частям глаза, таким как стекловидное тело, роговица и сетчатка, до сих пор сохраняются анатомами. Известно, что Птолемей изучал преломление света и что он, как и его непосредственные предшественники, знал, что атмосферная рефракция влияет на видимое

положение звезд вблизи горизонта. Алхазен продолжил эти исследования и благодаря им получил первую зарегистрированную научную оценку явлений сумерек и высоты атмосферы. Сохранение свечения в атмосфере после того, как солнце скрылось за горизонтом, - настолько знакомое явление, что древние философы, по-видимому, не считали его требующим объяснения. Однако минутное размышление проясняет, что если бы свет распространялся по прямым линиям и солнечные лучи никоим образом не отклонялись, то полная ночная тьма должна была бы мгновенно смениться днем, когда солнце скроется за горизонтом. То, что этого внезапного изменения не происходит, Алхазен объяснил отражением света земной атмосферой.

Алхазен, по-видимому, представлял атмосферу как четко очерченный слой, и, предполагая, что сумерки продолжаются только до тех пор, пока солнечные лучи, отраженные от внешней поверхности этого слоя, могут достигать зрителя в любой заданной точке, он нашел средство измерения, которое, казалось, решило доселе непостижимую проблему относительно глубины атмосферы. Подобно измерениям Аристарха и Эратосфена, этот расчет Алхазена достаточно прост теоретически. Его недостаток в значительной степени заключается в трудности точного определения его терминов в сочетании с тем дополнительным фактом, что солнечные лучи, проходя через земную атмосферу по наклонной траектории, на самом деле отклоняются от прямой линии в силу постоянно увеличивающейся плотности воздуха у поверхности Земли. Алхазен, должно быть, был осведомлен об этом последнем факте, поскольку он был известен более поздним александрийским астрономам, но он не принимает его во внимание при настоящем измерении. Диаграмма сделает понятным метод Алхазена.

Его важными предпосылками являются две: во-первых, хорошо известный факт, что при отражении света от любой поверхности угол падения равен углу отражения; и, во-вторых, гораздо более сомнительное наблюдение о том, что сумерки продолжаются до тех пор, пока солнце, согласно простому подсчету, не опустится на девятнадцать градусов ниже горизонта. Обращаясь к диаграмме, пусть внутренний круг представляет поверхность земли, внешний круг - границы атмосферы, С - центр земли, а RR - радиусы земли. Затем наблюдатель в точке А будет продолжать получать отраженные лучи солнца до тех пор, пока это тело не достигнет точки S, которая, согласно гипотезе, находится на девятнадцать градусов ниже линии горизонта наблюдателя в точке А. Эта линия горизонта, представленная АН, а солнечный луч - SM, угол HMS равен углу в девятнадцать градусов. Дополнительный угол SMA, очевидно, равен углу (180-19) в сто шестьдесят один градус. Но поскольку М - это отражающая поверхность, а угол падения равен углу отражения, угол AMC равен половине ста шестидесяти одного градуса, или восьмидесяти градусам и тридцати минутам. Теперь, когда этот угол AMC известен, прямоугольный треугольник MAC легко решается, поскольку сторона AC этого треугольника, являющаяся радиусом земли, является известным размером. Разрешение этого треугольника дает нам длину гипотенузы MC, а разница между ней и радиусом (AC), или CD, очевидно, представляет собой высоту атмосферы (h), которая была желаемым измерением. Согласно расчетам Алхазена, это h, или высота атмосферы, составляет от двадцати до тридцати миль. Современные вычисления расширяют это значение примерно до пятидесяти миль. Но, учитывая различные двусмысленности, которые неизбежно присутствовали в эксперименте, результат оказался удивительно близким к истине.

Переходя от физики к химии, мы находим, пожалуй, величайшее арабское имя - Гебер, преподававший в Севильском колледже в первой половине VIII века. Наиболее важные

исследования этого действительно замечательного экспериментатора были связаны с кислотами. Древний мир не знал ни о какой кислоте, более мощной, чем уксусная. Гебер, однако, значительно расширил возможности химического эксперимента, открыв серную, азотную и нитромориевую кислоты. Он также использовал процессы сублимации и фильтрации, и в его работах описываются водяная баня и химическая печь. Среди важных химических веществ, которые он впервые выделил, - оксид ртути, и его исследования серы в различных ее соединениях представляют особый интерес. В частности, это верно в отношении его наблюдения о том, что при определенных условиях окисления вес металла уменьшался.

Исходя из отчетов об этих исследованиях в области астрономии, физики и химии, мы переходим к несколько расширенному обзору достижений арабских стран в области медицины.

АРАБСКАЯ МЕДИЦИНА

Влияние арабских врачей основывалось главным образом на использовании ими лекарств, а не на анатомических знаниях. Подобно средневековым христианам, они с ужасом смотрели на вскрытие человеческого тела; однако среди них всегда находились исследователи, которые постоянно обращались к самой природе в поисках скрытых истин и были готовы отстаивать превосходство фактического наблюдения над простым чтением. Так, врач Абд эль-Летиф, находясь в Египте, тщательно изучил курган костей, содержащий более двадцати тысяч скелетов. Исследуя эти кости, он обнаружил, что нижняя челюсть состоит из одной кости, а не из двух, как учил Гален. Он также обнаружил несколько других важных ошибок в анатомии Галена и был настолько впечатлен своими открытиями, что подумывал о написании работы по анатомии, которая должна была исправить ошибки великого классического авторитета.

Именно арабы изобрели аптеку, и их фармакопея, выпущенная в больнице Гондисапора и время от времени дорабатывавшаяся, легла в основу западных фармакопей. Невозможно определить, сколько именно наркотиков было произведено ими, а сколько позаимствовано у индусов, евреев, сирийцев и персов. Однако несомненно, что благодаря им различные новые и полезные лекарства, такие как сenna, аконит, ревень, камфара и ртуть, передавались из поколения в поколение в Средние века, и что они ответственны за внедрение алкоголя в сферу терапии.

В средневековой Европе к арабской науке стали относиться с суеверным благоговением, а труды некоторых арабских врачей ставились выше всех древних авторов. В наше время, однако, наблюдается реакция и тенденция к обесцениванию их работы. Некоторые считают их простыми переписчиками или переводчиками греческих книг, и ни в коем случае не оригинальными исследователями в области медицины. И все же не может быть никаких сомнений в том, что, хотя арабы свободно копировали и переводили, они также зародили медицинские знания и значительно пополнили их. Несомненно, что в то время, когда христианские монархи в Западной Европе уделяли мало внимания науке или образованию, халифы и визири поощряли врачей и философов, строили школы, библиотеки и больницы. Они предприняли, по крайней мере, достойные похвалы усилия по поддержанию и продвижению научных стандартов более ранней эпохи.

Первым выдающимся арабским врачом был Харет бен Калада, получивший образование в нестонианской школе в Гондисапоре примерно в начале седьмого века. Несмотря на то, что Харетс был христианином, Мухаммед избрал его своим главным медицинским советником и

рекомендовал в этом качестве своему преемнику, халифу Абу Бекру. Таким образом, с самого начала медицинская наука у арабов была отделена от религии; ибо если сам пророк мог прибегнуть к услугам неверующего, то, несомненно, другие могли последовать его примеру. И то, что этому примеру последовали, видно из того факта, что многие врачи-христиане были подняты на почетные должности последующими поколениями арабских монархов. Этот широкий взгляд арабов на медицину, несомненно, не меньше, чем любой другой отдельный фактор, способствовал становлению науки, точно так же, как узкий и суеверный взгляд западных стран способствовал ее разрушению.

Образование арабов сделало для них естественным связывать медицину с естественными науками, а не с религией. Предполагалось, что арабский ученый должен был быть одинаково хорошо образован в философии, юриспруденции, теологии, математике и медицине и при случае с равным мастерством практиковать юриспруденцию, богословие и медицину. Поэтому легко понять, почему эти религиозные фанатики были готовы нанимать неверующих врачей, а сами врачи обращались за медицинским обучением к научным трудам Гиппократ и Галена, а не к религиозным трудам. Даже сам Мухаммед обладал некоторыми познаниями в медицине и часто полагался на эти знания при лечении недугов, а не на молитвы или заклинания. Говорят, например, что он порекомендовал и применил прижигание в случае с другом, который, страдая стенокардией, обратился к нему за помощью.

Список выдающихся арабских врачей слишком длинный, чтобы приводить его здесь, но некоторые из них настолько важны по своему влиянию на последующую медицину, что их нельзя полностью игнорировать. Одним из первых из них был Хонаин бен Исаак (809-873 гг. н.э.), араб-христианин из Багдада. Он делал переводы трудов Гиппократ и практиковал это искусство в соответствии с его учениями и учениями Галена. Он считается величайшим переводчиком IX века и одним из величайших философов того периода.

Другим великим арабским врачом, чья работа только начиналась, когда работа Хонаина подходила к концу, был Разес (850-923 гг. н.э.), который при жизни был не менее известен как философ и музыкант, чем как врач. Он продолжил работу Хонаина и усовершенствовал терапию, внедрив более широкое использование химических средств, таких как ртутные мази, серная кислота и живая вода. Ему также приписывают то, что он был первым врачом, который точно описал оспу и корь.

Пока Разес был еще жив, другой араб, Халий Аббас (умер около 994 года), писал свою знаменитую медицинскую энциклопедию под названием "Королевская книга". Но имена всех этих великих врачей были значительно затемнены репутацией Авиценны (980-1037), арабского "Князя врачей", величайшего имени в арабской медицине и одного из самых замечательных людей в истории. Леклерк говорит, что "пожалуй, ни один человек не превзошел его в блеске интеллекта и неутомимой деятельности". Его карьера была самой разнообразной. Он всегда был шумным гулякой, но независимо от того, весело ли щеголял среди гостей эмира или отсиживался в каком-нибудь темном аптекарском подвале, его философская работа неуклонно продолжалась. Когда у власти был дружественный эмир, он преподавал, писал и пьянствовал при дворе; но в промежутках, когда верховодил какой-нибудь недружелюбный правитель, он незаметно прятался, все еще распространяя свою огромную массу рукописей. Таким образом прошла вся его жизнь.

Своими обширными трудами он возродил и сохранил живым лучшее из учений греческих врачей, добавив к ним такие наблюдения, которые он сделал в области анатомии, физиологии и *materia medica*. Среди его открытий - открытие заразности туберкулеза легких. Его работы на протяжении нескольких столетий продолжали рассматриваться врачами как высочайший стандарт, и ему, несомненно, следует приписать то, что он, по крайней мере, замедлил упадок средневековой медицины.

Но не только восточные арабы были активны в области медицины. Кордова, столица западного халифата, стала также крупным центром образования и произвела на свет нескольких великих врачей. Одному из них, Альбукасису (умер в 1013 году н.э.), приписывают публикацию первого иллюстрированного труда по хирургии, причем эта книга примечательна еще и тем, что это была также первая книга с классических времен, написанная на основе практического опыта врача, а не просто сборник произведений древних авторов. Столетие спустя после Альбукасиса пришел великий врач Авензоар (1113-1196), с которым он примерно поровну делит медицинские почести западного халифата. Среди открытий Авензоара была причина "зуда" — маленький паразит, "такой маленький, что его едва видно". Открытие причины этого распространенного заболевания сейчас кажется второстепенным, но оно представляет интерес для истории медицины, потому что, если бы об открытии Авензоара помнили сто лет назад, "поразивший зуд" вряд ли можно было бы считать причиной трех четвертей всех заболеваний, как это было сделано знаменитым Ганеманом.

Знаменитый ученик Авензоара Аверроуз, умерший в 1198 году н.э., был последним из великих арабских врачей, которые с помощью рациональной концепции медицины пытались остановить поток суеверий, захлестнувший медицину. Какое-то время ему это удавалось, но в конце концов мусульманские богословы одержали верх, и он был унижен и сослан в город, населенный только презируемыми евреями.

АРАБСКИЕ БОЛЬНИЦЫ

Ранним христианам принадлежит заслуга создания первых благотворительных учреждений для ухода за больными; но их усилия вскоре были затмены как восточными, так и западными мусульманами. Еще в восьмом веке арабы начали строить больницы, но расцвет больничного строительства, по-видимому, начался в начале десятого века. Леди Сейдель в 918 году нашей эры открыла больницу в Багдаде, на которую выделялась сумма, соответствующая примерно трем сотням фунтов стерлингов в месяц. В последующие годы были построены другие подобные больницы, и в 977 году эмир Адад-адаула основал огромное учреждение со штатом из двадцати четырех медицинских работников. Говорят, что великий врач Разес выбрал место для одной из таких больниц, развесив куски мяса в разных местах города, выбрав место рядом с тем местом, где гниение проявлялось медленнее всего. К середине XII века только в Багдаде насчитывалось около шестидесяти медицинских учреждений, и эти учреждения были бесплатными для всех пациентов и поддерживались официальной благотворительностью.

Эмир Нуреддин примерно в 1160 году основал большой госпиталь в Дамаске в знак благодарности за свои победы над крестоносцами. Это великое учреждение полностью затмило все прежние мусульманские больницы по размерам и полноте своего оборудования. Он был оборудован всем необходимым для преподавания и в течение нескольких столетий проводился на широкую ногу, не считаясь с расходами. Но немногим более чем через столетие после его основания слава о его методах лечения привела к созданию более крупного и еще

более роскошного учреждения — больницы Мансури в Каире. Похоже, что некий султан, вылечившись лекарствами из дамасской больницы, решил построить в Каире свою собственную больницу, которая затмила бы даже великое дамасское учреждение.

За один год (1283-1284) строительство этой больницы было начато и завершено. Не жалели сил, чтобы поторопиться с хорошей работой, и никто не освобождался от выполнения работ на строительстве, если ему случалось проходить по одной из прилегающих улиц. Это был приказ султана, согласно которому любой проходящий рядом человек мог быть вовлечен в работу, и этот приказ был выполнен в точности, как дворяне, так и нищие были вынуждены протянуть руку помощи. Вполне естественно, что прилегающие улицы стали непопулярными и практически безлюдными, но тем не менее священная работа продвигалась быстро и вскоре была завершена.

Говорят, что это огромное сооружение состояло из четырех дворов, в центре каждого из которых был фонтан; лекционных залов, палат для изоляции определенных заболеваний и отделения, которое соответствовало "амбулаторному" отделению современной больницы. Ежегодный взнос составлял что-то вроде эквивалента ста двадцати пяти тысяч долларов. Новой особенностью был зал, где днем и ночью играли музыканты, и еще один, где работали рассказчики, так что люди, страдающие бессонницей, развлекались, а меланхолики веселились. Люди религиозного склада ума могли слушать чтения Корана, которые непрерывно вели около пятидесяти капелланов. Каждый пациент при выписке из больницы получал несколько золотых монет, чтобы его не заставляли сразу приступить к каторжным работам.

Рассматривая удивительные истории об этих роскошных арабских учреждениях, следует иметь в виду, что наши рассказы о них, по большей части, взяты из мусульманских источников. Тем не менее, не может быть никаких сомнений в том, что это были огромные учреждения, намного превосходящие любые аналогичные учреждения в Западной Европе. Так называемые больницы на Западе в то время были филиалами монастырей, находившихся под наблюдением монахов, и не шли ни в какое сравнение с арабскими больницами.

Но хотя медицинская наука мусульман в этот период значительно затмила медицинскую науку христиан, она не уничтожила ее полностью. Примерно в 1000 году нашей эры получила известность христианская медицинская школа в Салерно, расположенная на итальянском побережье, примерно в тридцати милях к юго-востоку от Неаполя. Точно невозможно определить, как долго существовала эта школа или кем она была основана, но периодом ее наибольшего влияния были одиннадцатый, двенадцатый и тринадцатый века. Члены этой школы постепенно переняли арабскую медицину, используя многие лекарства из арабской фармакопеи, и это стало одной из ступеней к распространению арабской медицины по всей Западной Европе.

Однако не распространение арабских лекарств сделало школу в Салерно знаменитой как в стихах, так и в прозе, а скорее тот факт, что женщины там практиковали искусство врачевания. Величайшим из них был Тротула, живший в одиннадцатом веке и, как считается, по учености не уступавший величайшим врачам того времени. Она аккредитована за работу по болезням женщин, сохранившуюся до наших дней, и многие из ее работ по общим медицинским вопросам цитировались на протяжении двух последующих столетий. Если мы можем судить по этим записям, у нее, по-видимому, было много превосходных идей относительно правильных методов лечения болезней, но трудно определить, какие именно из приписываемых ей работ на

самом деле принадлежат ей. На самом деле, неопределенность даже больше, чем это подразумевает, поскольку, по мнению некоторых авторов, "Тротула" - это всего лишь название книги. Однако такой авторитет, как Мальгейн, верил, что такая женщина существовала и что работы, приписываемые ей, являются подлинными. Истина в этом вопросе, возможно, никогда не будет полностью установлена, но, по крайней мере, в этом можно быть уверенным — традиция в отношении Тротулы никогда бы не возникла, если бы женщины того периода не занимали среди арабов совершенно иного положения, чем то, которое отводилось им в современном христианском мире.

III. СРЕДНЕВЕКОВАЯ НАУКА На ЗАПАДЕ

Ранее мы упоминали о влиянии византийской цивилизации на распространение знаний античности через бездну темных веков. Следует, однако, признать, что важность этой цивилизации не выходила далеко за рамки задачи обычного носителя. В поздней Римской империи Востока было не больше великих творческих ученых, чем в соответствующей империи Запада. Была, однако, одна область, в которой византийцы добились значительного прогресса и относительно которой их усилия требуют нескольких слов специального комментария. Это была область медицины.

Византийцы того времени могли похвастаться двумя великими врачами, Аэцием из Амиды (около 502-575 гг. н.э.) и Павлом из Эгины (около 620-690 гг.). Труды Аэция представляли ценность в основном потому, что в них были зафиксированы учения многих его выдающихся предшественников, но он не был лишен оригинальности и, возможно, был первым врачом, упомянувшим дифтерию с намеком на некоторые наблюдения о параличе неба, который иногда следует за этим заболеванием.

Павел Эгинский, выходец из александрийской школы примерно столетие спустя, был одним из тех замечательных людей, чьи идеи на столетия опередили свое время. Это было особенно верно в отношении Павла в отношении хирургии и его отношения к сверхъестественному в причинно-следственных связях и лечении болезней. По сути, он был хирургом, особенно хорошо знакомым с военной хирургией, и некоторые из его описаний сложных операций были немного улучшены даже в наше время. В своих книгах он описывает такие операции, как удаление инородных тел из носа, уха и пищевода; и он распознает инородные образования, такие как полипы в дыхательных путях, и дает метод их удаления. Им были выполнены такие операции, как трахеотомия, тонзиллотомия, бронхотомия, стафилотомия и т.д., и он даже выступил в защиту и описал пункцию брюшной полости, дав подробные указания относительно места, в котором следует производить такие проколы. Он выступал за ампутацию молочной железы для лечения рака и описал экстирпацию матки. Насколько успешной могла быть эта

последняя операция, проведенная им, не представляется; но он вряд ли рекомендовал бы ее, если бы она не была, по крайней мере, иногда успешной. Однако то, что он вообще упоминает об этом, важно, поскольку эта сложная операция считается одним из величайших триумфов современной хирургии.

Но Павел Эгинский - поразительное исключение из правил среди византийских хирургов, и поскольку он был их величайшим, он также был их последним важным хирургом. Энергия всей Византии была настолько израсходована на религиозные споры, что медицина, как и другие науки, вскоре была отодвинута на второй план среди других суеверий, а влияние византийской школы вскоре сменилось влиянием арабских завоевателей.

МЕДИЦИНА ТРИНАДЦАТОГО ВЕКА

Тринадцатый век знаменует начало постепенных изменений в медицине и тенденцию покидать проторенную временем колею суеверных догм, которые так долго тормозили прогресс науки. Считается, что великие эпидемии, бушевавшие в Средние века, оказали мощное воздействие, направив медицинскую мысль того времени в новое и совершенно иное русло. Следует помнить, что учение Галена передавалось на протяжении всего средневековья как высший и наилучший авторитет по вопросу всех болезней. Однако, когда появились великие эпидемии, врачи тщетно взывали к трудам Галена в поисках просветления, поскольку эти труды, написанные за несколько столетий до эпидемий, естественно, не содержали никакой информации о них. Следовательно, было очевидно, что, по крайней мере, в этом вопросе Гален не был непогрешимым; и из этого естественным образом следовало, что после того, как был выявлен один ошибочный пункт, следовало искать другие. Другими словами, возник бы скептицизм в отношении общепринятых методов, который естественным образом привел бы, как это обычно бывает, к прогрессу. Разрушительные последствия этих эпидемий, несмотря на молитвы и заклинания, вызвали бы у многих сомнения в эффективности суеверных обрядов и церемоний в лечении болезней. Они видели, как тысячи и десятки тысяч их собратьев были сметены этими ужасными бедствиями. Они видели, как разрушительные последствия этих эпидемий продолжались месяцами или даже годами, несмотря на то, что множество богобоязненных людей ежечасно молились о том, чтобы эти разрушения были остановлены. И они, должно быть, заметили также, что при соблюдении даже самых простых правил чистоты и гигиены разрушительные последствия чумы уменьшались, даже без помощи заклинаний. Подобные наблюдения могли бы пробудить в умах многих врачей подозрение, что болезнь - это не проявление сверхъестественного, а естественное явление, подлежащее лечению естественными методами.

Но, каковы бы ни были причины, фактом является то, что тринадцатый век знаменует собой поворотный момент или начало мировоззрения, которое привело к переводу медицины на гораздо более рациональную позицию. Среди врачей XIII века особого упоминания заслуживают два человека. Это Арнальд из Виллановы (1235-1312) и Петр из Абано (1250-1315). Оба эти человека подвергались преследованиям за выражение своей веры в естественные, а не сверхъестественные причины болезней, и одно время Арнальду пришлось бежать из Барселоны за заявления, что "буллы" пап были делом рук человеческих и что "акты милосердия были дороже Богу, чем гекатомбы". Его также обвиняли в алхимии. Спасаясь от преследований, он в конце концов погиб в результате кораблекрушения.

Арнальд был первым великим представителем школы Монпелье. Он посвятил много времени изучению химических веществ и принимал активное участие в попытках восстановить учения Гиппократ и Галена. Он был одним из первых в длинной череде алхимиков, которые в течение нескольких последующих столетий тратили так много времени и энергии в попытках найти "эликсир жизни". Открытие арабами алкоголя сначала ввело его в заблуждение, заставив поверить, что "эликсир" наконец-то найден; но позже он отказался от него и провел обширные эксперименты с бренди, используя его для лечения определенных заболеваний — это первое упоминание о применении этого напитка в качестве лекарства. Арнальд также возобновил поиски какого-либо анестетика, который обеспечивал бы нечувствительность к боли при хирургических операциях. Эта идея не была для него оригинальной, поскольку с самых ранних времен врачи пытались открыть такое обезболивающее средство, и даже такой ранний писатель, как Геродот, рассказывает, как скифы, вдыхая пары какого-то вида конопли, вызывали полную нечувствительность. Возможно, именно эти труды побудили Арналда к поиску такого обезболивающего средства. В книге, которую обычно приписывают ему, названы лекарства и описаны методы введения, которые сделают пациента нечувствительным к боли, так что "он может быть порезан и ничего не чувствовать, как если бы он был мертв". Для этой цели следует использовать смесь опиума, мандрагоры и белены. Эту смесь подносили к ноздрям пациента примерно так же, как современный хирург вводит эфир и хлороформ. Метод был модифицирован Гуго Луккским (умер в 1252 или 1268 году), который добавил в смесь некоторые другие снадобья, такие как болиголов, и сварил в этом отваре новую губку. После кипячения в течение определенного времени эту губку высушивали, и при необходимости ее опускали в горячую воду и прикладывали к ноздрям.

Точно неизвестно, как часто пациенты выздоравливали после применения такой комбинации сильнодействующих ядов, но процент смертей, должно быть, был очень высок, поскольку эта практика в целом осуждалась. Потеря чувствительности могла быть вызвана только проглатыванием большого количества жидкости, которая попадала в нос и рот при нанесении губки, и таким образом могло быть проглочено смертельное количество. Время от времени этот метод возрождался с различными модификациями, но так же часто выходил из употребления. Еще в 1782 году иногда предпринимались попытки сделать это, и, как говорят, в том году король Польши был полностью обезболен и выздоровел после безболезненной ампутации, проведенной хирургами.

Питер из Абано был одним из первых великих людей, подготовленных Падуанским университетом. Его судьба была бы еще более трагичной, чем судьба потерпевшего кораблекрушение Арналда, если бы он не обманул очистительных костров церкви, своевременно скончавшись накануне своей казни за ересь. Но если его дух обманул фанатиков, то его тело не смогло, и его кости были сожжены за его ересь. Он осмелился отрицать существование дьявола и предположил, что случай с пациентом, который три дня пролежал в трансе, может помочь объяснить некоторые чудеса, такие как воскрешение Лазаря.

Его великой работой был "Conciliator Differentiarum", попытка примирить врачей и философов. Но его исследования не ограничивались медициной, поскольку он, по-видимому, имел представление о доселе неизвестном факте, что воздух обладает весом, и его расчет продолжительности года в триста шестьдесят пять дней, шесть часов и четыре минуты исключительно точен для эпохи, в которую он жил. Вероятно, он был первым из западных писателей, кто учил, что мозг является источником нервов, а сердце - источником сосудов. Из

этого видно, что он нащупывал объяснение циркуляции крови, как это продемонстрировал Гарвей три столетия спустя.

Работа Арнальда и Питера Абано по "возрождению" медицины была активно продолжена Мондино (1276-1326) из Болоньи, "восстановителем анатомии", и Ги де Шолиаком (родился около 1300 г.), "восстановителем хирургии". На протяжении всего раннего средневековья вскрытие человеческих тел было запрещено, и даже вскрытие низших животных постепенно приобрело дурную славу, потому что врачей, уличенных в подобной практике, иногда обвиняли в колдовстве. Однако еще до конца XIII века началась реакция, врачи были защищены, а вскрытия иногда санкционировались правящим монархом. Так, император Фридрих X. (1194-1250 гг. н.э.)— о заслугах которого перед наукой мы уже имели случай упомянуть, приказал, чтобы врачи в его королевстве каждые пять лет вскрывали по крайней мере одно человеческое тело. Ко времени Мондино вскрытия стали более частыми, и известно, что он сам вскрыл и продемонстрировал несколько тел. Его труды по анатомии были названы просто плагиатами Галена, но, по всей вероятности, многие открытия были сделаны независимо, и в целом его работу можно считать более продвинутой, чем работу Галена. Его описание сердца особенно точно, и он, по-видимому, подошел ближе к определению направления циркуляции крови в нем, чем кто-либо из его предшественников. В этом поиске ему сильно мешала господствующая вера в то, что кровеносные сосуды должны содержать не только кровь, но и воздух, и это привело его к предположению, что в одной из полостей сердца содержатся "духи", или воздух. Однако вполне вероятно, что его точные наблюдения, насколько они были осуществлены, послужили для Харви полезной ступенью к открытию циркуляции.

Ги де Шолиак, чьи инновации в хирургии восстановили эту науку на прочной основе, был не только одним из самых культурных, но и самым практичным хирургом своего времени. Он с большим почтением относился к работам Галена, Альбукасиса и других своих знаменитых предшественников; но это почтение не закрывало ему глаза на их ошибки и не мешало использовать рациональные методы лечения, намного превосходящие их собственные. Его практичность проявляется в некоторых из его простых, но полезных изобретений для комнаты больного, таких как устройство веревки, подвешенной к потолку над кроватью, с помощью которой пациенту легче передвигаться; и в некоторых из его усовершенствований в области хирургических повязок, таких как придание жесткости бинтам путем макания их в яичный белок, чтобы они прочно держались. Он лечил сломанные конечности в подвесной люльке, которая все еще используется, и внедрил метод "вытяжения" сломанной конечности с помощью груза и шкива, чтобы предотвратить деформацию из-за укорочения члена. Он был одним из первых врачей, признавших полезность очков, и рекомендовал их в случаях, не поддающихся лечению лосьонами и глазными водами. В некоторых из его хирургических операций, таких как трепанация при переломе черепа, его техника была немного усовершенствована даже в наше время. В ходе одной из таких операций он успешно удалил часть мозга мужчины.

Хирургия, несомненно, в тот период сильно стимулировалась постоянными войнами. На врачей-непрофессионалов, как на класс, смотрели свысока в Темные века; но с началом возвращения к рационализму услуги хирургов на поле боя по извлечению снарядов из ран, уходу за ранами и наложению повязок стали цениться более полно. Таким образом, в обмен на свой труд хирургу были предоставлены лучшие возможности для наблюдения за ранами и заболеваниями, что естественным образом привело к постепенному совершенствованию хирургических методов.

МЕДИЦИНА ПЯТНАДЦАТОГО ВЕКА

В тринадцатом и четырнадцатом веках наблюдался некоторый прогресс в медицинской науке; по крайней мере, некоторые хирурги и терапевты, если не все в целом, добились успехов; но только в пятнадцатом веке общее возрождение медицинского образования стало гарантированным. В этом движении, естественно, печатный станок сыграл важнейшую роль. Медицинские книги, до сих пор практически недоступные для огромной массы врачей, теперь стали обычным явлением, и этот результат перепечатки греческих и арабских трактатов выявил тот факт, что многие из предполагаемых подлинных копий были поддельными. Эти открытия, естественно, вызвали всевозможные сомнения и критику, что, в свою очередь, помогло развитию независимой мысли.

Некий манускрипт великого Корнелия Цельса "О медицине", который был утерян на протяжении многих веков, был найден в церкви святого Амвросия в Милане в 1443 году и сразу же был пущен в печать. Результатом публикации этой книги, которая столько веков хранилась в тайне, стало откровение, показавшее медицинской профессии, как далеко большинство их предполагаемых подлинных копий Цельса отошли от оригинала. Бесспорная подлинность этой рукописи, обнаруженной и подтвержденной человеком, который вскоре после этого стал папой Николаем V., сделала ее публикацию еще более впечатляющей. Быстро последовали публикации в виде книг других авторитетов, и явные расхождения между такими учителями, как Цельс, Гиппократ, Гален и Плиний, еще больше усилили растущий дух критики.

Эти сомнения привели к большим спорам относительно правильного лечения определенных заболеваний: одни врачи следовали Гиппократу, другие Галену или Цельсу, третьи - арабским мастерам. Одним из самых ожесточенных из этих споров был вопрос об "отвращении" и "деривации", то есть о том, следует ли в случаях плеврита, излечиваемого кровотоком, делать венозную пункцию в точке, удаленной от очага болезни, как считают "ревальсионисты", или в точке ближе и на той же стороне тела, как практикуют "деривационисты". Тот факт, что в пятнадцатом или шестнадцатом веках по такому простому вопросу, каким он кажется сегодня, мог быть поднят какой-либо важный вопрос для обсуждения, показывает, насколько необходимым для прогресса медицины было открытие кровообращения, сделанное Гарвеем два столетия спустя. После открытия Харви такое обсуждение было невозможно, потому что это открытие сделало очевидным, что в том, что касается общего воздействия на кровообращение, не имело большого значения, производилось ли кровотечение вблизи пораженной части тела или вдали от нее. Но в шестнадцатом веке этот вопрос был всепоглощающим среди врачей. Одно время парижский университет осудил "деривацию", но сторонники этого метода довели войну еще выше, и к самому императору Карлу V. Он отменил решение парижского факультета и принял решение в пользу "деривации". Его решение было поддержано папой Климентом VII, хотя обсуждение затянулось, пока не было прервано открытием Харви.

Но теперь внимание хирургов привлекла новая форма травмы, на которую не могли решиться ни греческие, ни арабские авторы, поскольку лечение огнестрельных ранений по очевидным причинам не было дано в их трудах. Примерно в это же время также разразились великие эпидемии, "потная болезнь" и цинга; и по этим вопросам греки и арабы также хранили молчание. Иоанн Виго в своей книге "Практика копирования", опубликованной в 1514 году и выдержавшей множество изданий, стал общепринятым авторитетом по всем этим предметам и, таким образом, вытеснил труды древних авторов.

Согласно Вигу, огнестрельные ранения отличались от ран, нанесенных обычным оружием — то есть копьем, стрелой, мечом или топором, — тем, что пуля, будучи круглой, оставляла синяки, а не прорезала ткани; она обжигала плоть и, что хуже всего, отравляла ее. Вигу придавал особое значение лечению этого последнего состояния, рекомендуя использовать прижигающее средство или масло бузины, кипяченое. Неудивительно, что огнестрельные ранения с такой вероятностью оказывались смертельными. И все же, в конце концов, здесь был зародыш идеи антисептики.

НОВЫЕ НАЧИНАНИЯ В ОБЩЕЙ НАУКЕ

Мы так подробно остановились на предмете медицинской науки, потому что именно в этой области был достигнут прогресс в западном мире в средневековый период, и потому что эти исследования послужили отправной точкой для возрождения на всем протяжении. Однако из того, что было сказано в предыдущей главе, следует, что арабское влияние, в частности, в некоторой степени давало о себе знать и в других областях. Возможность, предоставленная части западного мира, особенно Испании и Сицилии, получить доступ к научным идеям древности через арабские переводы, не могла не оказать влияния. Сходным по характеру и, возможно, даже более выраженным по степени было влияние византийских беженцев, которые, когда Константинополю начали угрожать турки, в значительных количествах мигрировали на Запад, принеся с собой знания греческой литературы и большое количество ценных произведений, которые на протяжении веков были совершенно забыты или абсолютно игнорировались в Италии. Теперь западные ученые начали проявлять интерес к греческому языку, которым совершенно пренебрегали с начала средневековья. Рассказываются интересные истории об усилиях, предпринятых такими людьми, как Космо де Медичи, чтобы завладеть классическими рукописями. Вызванное таким образом возрождение образования оказало свое первое постоянное влияние в области литературы и искусства, но его влияние на науку не могло быть отложено надолго. Однако, совершенно независимо от византийского влияния, стремление к лучшему в интеллектуальном плане проявлялось во многих отношениях до конца XIII века. Иллюстрацией этого является почти одновременное развитие учебных центров, которые превратились в университеты Италии, Франции, Англии и, немного позже, Германии.

Обычный список предметов, который был принят повсеместно, состоял из семи номинальных разделов, разделенных на две группы — так называемый квадриум, включающий музыку, арифметику, геометрию и астрономию; и тривиум, включающий грамматику, риторику и логику. Расплывчатость некоторых из этих разделов давала учителю возможность распространять практически любые знания, которыми он мог обладать, но не может быть сомнений в том, что в целом естественные науки занимали лишь незначительную долю в учебной программе. В той мере, в какой ей было дано представление, ее главной областью, должно быть, была астрономия Птолемея. Полное отсутствие научной мысли и научного метода наиболее ярко проиллюстрировано в работах величайших людей того периода — таких, как Альберт Великий, Фома Аквинский, Бонавентура и множество других схоластов меньшего ранга. Тем не менее, ментальное пробуждение, подразумеваемое в их усилиях, несомненно, распространялось и на другие области, и на самом деле был по крайней мере один современник этих великих схоластов, чей ум был ориентирован на научные предметы, и кто создавал труды, странно отличающиеся по тону и содержанию от других. Этим анахроничным мыслителем был английский монах Роджер Бэкон.

РОДЖЕР БЭКОН

Бэкон родился в 1214 году и умер в 1292-м. Некоторые считают, что в свое время его не ценили по достоинству, потому что на самом деле он был современным ученым, жившим в эпоху, за два столетия до того, как были известны современная наука или методы современного научного мышления. Однако такая оценка является явным преувеличением фактов, хотя, вероятно, в ней есть доля истины. Его ученость, безусловно, привела его к контакту с великими мыслителями того времени, а его труды в разное время приводили к тому, что он был заключен в тюрьму своими собратьями-церковниками, из чего мы можем заключить, что он был продвинутым мыслителем, даже если и не современным ученым.

Хотя Бэкон в разное время находился в заключении или под наблюдением и ему запрещалось писать, он, тем не менее, был удивительно плодовитым писателем, о чем свидетельствуют многочисленные книги и неопубликованные рукописи, сохранившиеся до наших дней. Его главной постановкой был "Великий опус". В части IV. в этой работе он пытается показать, что все науки в конечном счете основаны на математике; но часть V., в которой рассматривается перспектива, представляет особый интерес для современных ученых, потому что в ней он обсуждает отражение и преломление, а также свойства зеркал и линз. В этой части также очевидно, что он использует таких арабских писателей, как Алкинди и Альхазен, и это представляет особый интерес, поскольку было использовано его недоброжелателями, которые обвиняют его в недостатке оригинальности, чтобы доказать, что его кажущиеся изобретения и открытия на самом деле были адаптацией арабских ученых. Трудно определить, насколько полностью оправдана подобная критика. Несомненно, однако, что в этой части он описывает анатомию глаза с большой точностью и обсуждает зеркала и линзы.

Увеличивающая способность сегмента стеклянной сферы была отмечена Алхазеном, который также заметил, что увеличение увеличивалось за счет увеличения размера используемого сегмента. Бэкон взялся за обсуждение сравнительных преимуществ сегментов, и в этом обсуждении, по-видимому, показано, что он понял, как проследить продвижение лучей света через сферическое прозрачное тело и как определить место изображения. Он также описал метод конструирования телескопа, но ни в коем случае не ясно, сконструировал ли он когда-либо такой инструмент на самом деле. Также остается спорным вопрос о том, позволили бы ли его инструкции относительно конструкции такого инструмента кому-либо его сконструировать. Причудливые названия терминов, которые он использует, допускают такую широту в интерпретации, что современные ученые не согласны с практичностью предложений Бэкона. Например, он постоянно ссылается на силу под такими названиями, как *virtus*, *species*, *imago*, *agentis*, и множеством других названий, и это, естественно, приводит к большим различиям в интерпретациях его произведений и соответствующим различиям в их оценках.

Утверждение о том, что Бэкон положил начало использованию линз в форме очков, не может быть доказано. Смит установил, что уже в первые годы четырнадцатого века такие линзы использовались, но это ничего не доказывает относительно связи Бэкона с их изобретением. Знания о линзах, по-видимому, очень древние, если мы можем судить по выпуклой линзе из горного хрусталя, найденной Лейардом при его раскопках в Нимруде. Однако нет ничего, что указывало бы на то, что древние когда-либо думали использовать их для исправления дефектов зрения. Также, по-видимому, невозможно определить, возникла ли идея такого приложения у Бэкона.

Еще одно механическое открытие, по поводу которого было много дискуссий, - это предполагаемое изобретение Бэконом пороха. Похоже, что в определенном отрывке своей работы он описывает процесс изготовления вещества, которое, по сути, является обычным порохом; но более чем сомнительно, понимал ли он свойства вещества, которое он описывает. Однако достаточно хорошо установлено, что во времена Бэкона арабам был известен порох, так что неудивительно находить ссылки на него в работах Бэкона, поскольку есть основания полагать, что он постоянно консультировался с арабскими писаниями.

Однако большая заслуга работы Бэкона зависит от принципов, которым он учил в отношении эксперимента и наблюдения за природой, а не от какого-либо отдельного изобретения. У него была важнейшая идея порвать с традицией. Он отстаивал неограниченное исследование во всех областях мысли. У него был инстинкт научного работника — действительно редкий инстинкт в ту эпоху. Нам также не нужно сомневаться в том, что в меру своих возможностей он сам был оригинальным исследователем.

LEONARDO DA VINCI

Об относительной бесплодности мысли Бэкона свидетельствует тот факт, что он не основал никакой школы и не оставил никаких следов ученичества. За все столетие после его смерти нет ни одного европейского имени, которое могло бы привлечь внимание историка науки. Однако во второй половине пятнадцатого века есть свидетельства возрождения науки в не меньшей степени, чем искусства. Немец Мюллер прославился под латинизированным именем Реджио Монтанус (1437-1472), хотя его фактические научные достижения, по-видимому, были важны только по сравнению с полным невежеством его современников. Самым выдающимся деятелем новой эры был знаменитый итальянец Леонардо да Винчи — человек, которого Хамертон назвал самым универсальным гением, когда-либо жившим. Положение Леонардо в истории искусства известно каждому. Это, конечно, нас сейчас не касается, но нам стоит потратить время на то, чтобы более подробно расспросить о достижениях знаменитого художника как ученого.

Из отрывка из работ Леонардо, впервые обнаруженного Вентури, (1) кажется, что великий художник предвосхитил Коперника в определении движения земли. Он провел математические вычисления, чтобы доказать это, и, по-видимому, пришел к определенному выводу, что земля действительно движется - или, что то же самое, что солнце не движется. Мюнц является авторитетом в утверждении, что в одном из своих произведений он заявляет: "Il sole non si mouve" — солнце не движется.(2)

Среди его изобретений - динамометр для определения тягового усилия машин и животных, а его эксперименты с паром побудили некоторых из его приверженцев-энтузиастов заявить о его приоритете перед Уаттом в изобретении паровой машины. Однако в этих экспериментах Леонардо, похоже, мало продвинулся дальше Hero of Alexandria и его паровой игрушки. Паровая машина Геро только и делала, что вращалась сама за счет вырывающихся струй пара из изогнутых труб, в то время как "паровая машина" Леонардо "гнала мяч весом в один талант на расстояние в шесть стадиев". В рукописи, которая сейчас находится в библиотеке Института Франции, Да Винчи подробно описывает этот двигатель. Действие этой машины было обусловлено внезапным превращением небольшого количества воды в пар ("дым", как он это называл) при внезапном соприкосновении с нагретой поверхностью в соответствующем резервуаре, при этом быстро образующийся пар действовал как движущая сила наподобие

взрывчатого вещества. На самом деле это скорее паровая пушка, чем паровой двигатель, и не исключено, что изучение действия пороха могло натолкнуть Леонардо на эту мысль.

Считается, что Леонардо является истинным первооткрывателем камеры-обскуры, хотя неаполитанскому философу Джамбаттисте Порте, родившемуся примерно через двадцать лет после смерти Леонардо, обычно приписывают первое описание этого устройства. Однако нет никаких сомнений в том, что Да Винчи понимал принцип этого механизма, поскольку он описывает, как можно изготовить такую камеру, проделав небольшое круглое отверстие в ставне в затемненной комнате, при этом перевернутое изображение объектов снаружи отображается на противоположной стене.

Подобно другим философам всех эпох, он наблюдал огромное количество фактов, которые не мог правильно объяснить. Но такое накопление научных наблюдений всегда интересно, поскольку показывает, сколько столетий наблюдений часто предшествуют правильному объяснению. Он наблюдал много фактов о звуках, среди прочего, что удары, наносимые по колоколу, вызывали сочувственные звуки в колоколе того же типа; и что удары по струне лютни вызывали вибрацию в соответствующих струнах лютен, натянутых на ту же высоту. Он знал также, что звуки в море можно услышать на большом расстоянии, прислушиваясь к одному концу трубки, другой конец которой был опущен в воду; и что тот же прием успешно срабатывал на суше, когда конец трубки был приставлен к земле.

Знание этого огромного количества необъяснимых фактов часто интерпретируется поклонниками Да Винчи как свидетельство почти оккультного проникновения в науку на много веков раньше его времени. Однако такие интерпретации иллюзорны. Наблюдение, например, что трубка, приставленная к земле, позволяет слышать движение на земле на расстоянии, само по себе не является доказательством чего-либо большего, чем острое научное наблюдение, поскольку подобный метод используется почти каждой расой дикарей, особенно американскими индейцами. С другой стороны, можно поверить почти любой истории о широте знаний человека, который был так близок к тому, чтобы предвосхитить Хаттона, Лайелла и Дарвина в своей интерпретации геологических записей, поскольку он нашел их написанными на горных породах.

Именно в этой области геологии Леонардо заслуживает величайшего восхищения современных ученых. Он наблюдал отложения ископаемых раковин в различных слоях горных пород, даже на вершинах гор, и раз и навсегда отверг теорию о том, что они попали туда в результате Всемирного потопа. Он справедливо истолковал их присутствие как свидетельство того, что они когда-то были захоронены на дне моря. Он предположил, что этот процесс занял сотни и тысячи веков, тем самым молчаливо отвергая библейскую традицию относительно даты сотворения мира.

Несмотря на очевидный интерес, который придают исследованиям Леонардо, следует признать, что его научная работа оставалась почти такой же бесплодной, как и работа его великого предшественника Бэкона. По-настоящему стимулирующая работа этого поколения была проделана человеком дела, который мало что знал о теоретической науке, за исключением одной области, но который следовал этой единственной практической линии, пока не добился замечательного результата. Этим человеком был Христофор Колумб. Здесь нет необходимости рассказывать банальную историю его достижения. Достаточно того, что его практическая демонстрация округлости земли рассматривается большинством современных

авторов как знаменующая собой эпоху в истории. С годом его путешествия эпоха Средневековья обычно считается подошедшей к концу. Не следует предполагать, что в науке того времени произошли какие-то очень внезапные изменения, но предпосылки для великих свершений были достигнуты, и когда Колумб совершил свое знаменитое путешествие в 1492 году, уже был жив человек, которому предстояло выдвинуть первую великую животворящую мысль в области чистой науки, зарождавшуюся в западном мире более тысячи лет. Этот человек носил фамилию Коперник, или, в ее привычной англоязычной форме, Коперникус. Дело его жизни и его учеников привлечет наше внимание в следующей главе.

IV. НОВАЯ КОСМОЛОГИЯ — ОТ КОПЕРНИКА ДО КЕПЛЕРА И ГАЛИЛЕЯ

Мы видели, что астрономия Птолемея, которая была общепринятой доктриной на протяжении всего средневековья, учила, что земля круглая. Несомненно, существовало популярное мнение, согласно которому земля была плоской, но следует понимать, что в средние века у этого мнения не было сторонников среди людей науки. Когда в 1492 году Колумб отправился на запад в свое незабываемое путешествие, его ожидания достичь Индии имели полное научное обоснование, как бы сильно это ни оспаривалось некоторыми священнослужителями иобычным человеком того периода. Тем не менее, мы вполне можем предположить, что успешное путешествие Колумба и еще более показательное путешествие, совершенное примерно тридцать лет спустя Магелланом, придали теории округлости земли достоверность, которой она никогда раньше не могла обладать. Александрийские географы измерили размеры земли и без колебаний утверждали, что, плывя на запад, можно достичь Индии. Но между теорией и практикой существует большой разрыв, и потребовались путешествия Колумба и его преемников, чтобы преодолеть этот разрыв.

После того, как спутники Магеллана завершат кругосветное плавание, общая форма нашей земли, очевидно, больше никогда не будет подвергаться сомнению. Но демонстрация сферичности земли, конечно, не имела прямого отношения к вопросу о положении Земли во Вселенной. Таким образом, путешествие Магеллана скорее подтвердило, чем опровергло теорию Птолемея. Согласно этой теории, как мы видели, предполагалось, что земля неподвижно лежит в центре Вселенной; различные небесные тела, включая солнце, вращаются вокруг нее по эксцентричным кругам. Мы видели, что некоторые древние греки, в частности Аристарх, оспаривали эту концепцию, заявляя о центральном положении солнца во Вселенной и движении земли и других планет вокруг этого тела. Но эта революционная теория казалась настолько противоположной обычным наблюдениям, что, будучи отвергнутой Гиппархом и Птолемеем, она не нашла ни одного серьезного сторонника более чем через тысячу лет после смерти последнего великого александрийского астронома.

По-видимому, первым человеком, обратившимся к концепции Аристарха в наступавшую новую научную эру, был известный кардинал Николай Кузанский, живший в первой половине пятнадцатого века и известный как писатель-философ и математик. Его "De Docta Ignorantia" недвусмысленно излагает учение о движении земли. Никто, однако, не обратил ни малейшего внимания на его предположение, которое, следовательно, просто служит для того, чтобы предоставить нам еще одну интересную иллюстрацию тщетности выдвижения даже правильной гипотезы до того, как придет время ее принять, особенно если гипотеза не подкреплена полностью рассуждениями, основанными на эксперименте или наблюдении.

Человек, которому было суждено выдвинуть теорию движения Земли таким образом, чтобы привлечь к себе внимание, родился в 1473 году в деревне Торн в восточной Пруссии. Его звали Николас Коперник. Во всех анналах науки нет более знаменитого имени, чем это, однако потомкам так и не удалось полностью установить родословную знаменитого изложителя истинного учения о солнечной системе. Город Торн находится в провинции той пограничной территории, которая тогда находилась под контролем Польши, но впоследствии вошла в состав Пруссии. Утверждается, что внешний вид города был в основном немецким, и признается, что мать Коперника принадлежала к этой расе. Национальность отца вызывает больше сомнений, но утверждается, что Коперник использовал немецкий как свой родной язык. Его великий труд, конечно, был написан на латыни, согласно обычаю того времени; но говорят, что, когда он не пользовался этим языком, он всегда писал по-немецки. Оспариваемая национальность Коперника убедительно свидетельствует о том, что он происходил из смешанного расового происхождения, и это еще раз напоминает нам о влиянии тех этнических смешений, на которые мы ранее неоднократно ссылались. Признанными центрами цивилизации к концу пятнадцатого века были Италия и Испания. Таким образом, место рождения Коперника находилось почти на границе цивилизации, напоминая нам о том более раннем периоде, когда Греция была центром культуры, но когда великие греческие мыслители родились в Малой Азии и Италии.

В молодости Коперник отправился в Вену изучать медицину, а затем отправился в Италию и оставался там много лет, примерно в 1500 году он занимал кафедру математики в колледже в Риме. Впоследствии он вернулся на родину и провел там оставшиеся годы, умерев в Домкерре, во Фрауэнбурге, Восточная Пруссия, в 1543 году.

Похоже, что идея гелиоцентрической системы Вселенной пришла Копернику в голову, когда он был сравнительно молодым человеком, поскольку во введении к своему великому труду, которое он адресовал папе Павлу III, он заявляет, что обдумывал свою систему не просто девять лет, в соответствии с максимой Горация, но и в течение четвертого периода из девяти лет. На протяжении значительной части этого периода великий труд Коперника находился в рукописи, но опубликован он был только в год его смерти. Причины задержки установлены не совсем точно. Коперник, несомненно, преподавал свою систему на протяжении последних десятилетий своей жизни. Он сам говорит нам, что он даже сомневался, не лучше ли было бы ему ограничиться таким словесным учением, следуя, таким образом, примеру Пифагора. Как раз когда его жизнь подходила к концу, он решил пойти противоположным курсом, и, как говорят, первый экземпляр его работы попал ему в руки, когда он лежал на смертном одре.

Яростное противодействие, которое новая система встретила со стороны церковных источников, заставило последующих комментаторов предположить, что Коперник отложил публикацию своей работы из-за страха перед церковными властями. Однако, похоже, прямых

доказательств этого мнения нет. Считалось важным, что Коперник адресовал свою работу папе римскому. Конечно, вполне возможно, что престарелый астроном хотел таким образом продемонстрировать, что он писал отнюдь не в духе враждебности к церкви. Его обращение к папе римскому могло бы рассматриваться как желательный щит именно потому, что автор понимал, что его работа неизбежно столкнется с церковной критикой. Как бы то ни было, смерть избавила Коперника от опасности нападок, и его ученикам более позднего поколения предстояло выдержать перчатку критики и пострадать от обвинений в ереси.

Труд Коперника, опубликованный таким образом в 1543 году в Нюрнберге, носит заглавие "De Orbium Coelestium Revolutionibus".

Нет необходимости вдаваться в подробности относительно космологической системы, которую отстаивал Коперник, поскольку она знакома каждому. Одним словом, он полагал, что солнце является центром всех планетных движений, а земля занимает свое место среди других планет, список которых, как было известно в то время, включал Меркурий, Венеру, Землю, Марс, Юпитер и Сатурн. Предполагалось, что неподвижные звезды неподвижны, и было необходимо предположить, что они находятся почти на бесконечном расстоянии, поскольку наблюдателям того времени они не показывали параллаксы; то есть они сохраняли одно и то же видимое положение, если смотреть с противоположных точек земной орбиты.

Но давайте позволим Копернику говорить за себя относительно своей системы, Его изложение полно интереса. Сначала мы процитируем только что упомянутое введение, в котором обращаемся непосредственно к папе римскому.

"Я вполне могу поверить, святейший отец, что некоторые люди, когда они услышат о том, что я приписываю движение земле в этих моих книгах, сразу же заявят, что такое мнение следует отвергнуть. Так вот, мои собственные теории не нравятся мне настолько, чтобы не учитывать, что другие могут судить о них. Соответственно, когда я начал размышлять о том, что сказали бы те люди, которые принимают стабильность земли, подтвержденную мнением многих веков, когда я утверждал, что земля движется, я долгое время колебался, должен ли я опубликовать то, что я написал, чтобы продемонстрировать ее движение, или не было бы лучше последовать примеру пифагорейцев, которые обычно передавали секреты философии своим родственникам и друзьям только в устной форме. Когда я хорошенько обдумал все это, я был почти вынужден полностью отложить законченную работу из-за презрения, которое у меня были основания предвидеть из-за новизны и очевидного противоречия моей теории разуму.

Однако мои друзья отговорили меня от такого курса и предупредили, что я должен опубликовать свою книгу, которая пролежала у меня в тайне не только девять лет, но и уже четырежды девятый год. Немало других выдающихся и очень образованных людей просили меня сделать то же самое и говорили, что из-за моего беспокойства я не должен больше откладывать посвящение своей работы общему служению математикам.

Но ваше святейшество, возможно, не так сильно удивится тому, что я осмелился вынести результаты своих ночных трудов на свет божий после того, как приложил столько усилий к их разработке, но вместо этого ждет услышать, как мне пришлось в голову представить, что земля движется, вопреки общепринятому мнению математиков — более того, почти вопреки обычному человеческому пониманию. Поэтому я не скрою от вашего святейшества, что меня побудило рассмотреть другой способ расчета движений небесных тел не что иное, как тот факт,

что математики не соглашались друг с другом в своих исследованиях. Во-первых, они настолько не уверены в движении солнца и Луны, что не могут определить продолжительность полного года. Во-вторых, они не применяют ни те же законы причины и следствия при определении движения солнца, Луны и пяти планет, ни те же доказательства. Некоторые используют только концентрические круги, другие используют эксцентрические и эпициклические, с помощью которых, однако, они не полностью достигают желаемой цели. Они даже не смогли обнаружить или вычислить главное, а именно форму вселенной и симметрию ее частей. Это было с ними так, как если бы кто-то из разных мест взял руки, ноги, голову и другие части тела, которые, хотя и были очень красивы, не были нарисованы должным образом, и, не приводя их ни в какое соответствие, создал бы чудовище вместо человека.

Соответственно, когда я долго размышлял об этой неопределенности математической традиции, я взял на себя труд еще раз перечитать книги всех философов, которых смог достать, чтобы посмотреть, не верил ли кто-нибудь из них когда-то, что существуют другие движения небесных тел. Сначала я обнаружил у Цицерона, что Тонкости верили в движение земли. Впоследствии я обнаружил у Плутарха, что того же мнения придерживались и некоторые другие. Это побудило меня также начать рассматривать подвижность земли, и, хотя теория казалась противоречащей здравому смыслу, я сделал это, потому что знал, что другим до меня было позволено предполагать вращательные движения по своему желанию, чтобы объяснить явления этих небесных тел. Я придерживался мнения, что мне тоже было бы позволено посмотреть, нельзя ли, предположив движение земли, сделать более надежные выводы, чем те, которые были сделаны до сих пор, для вращательных движений сфер. И таким образом, действуя на основе гипотезы о движении, которое в следующей книге я приписываю земле, и долгих и продолжительных наблюдений, я, наконец, обнаружил, что если движение других планет перенести на отношение Земли и положить это в основу вращения каждой звезды, то этим будут объяснены не только явления планет, но также законы и размеры звезд; все их сферы и сами небеса окажутся настолько гармонично связанными, что ничто не могло быть изменено ни в одной из них без путаницы в остальных частях и во всей вселенной. Я не сомневаюсь, что умные и образованные люди согласятся со мной, если они захотят полностью понять и рассмотреть доказательства, которые я выдвигаю в лежащей перед нами книге. Однако для того, чтобы и образованные, и необразованные могли видеть, что я не боюсь ничего осуждения, я хотел посвятить эти свои ночные труды вашему святейшеству, а не кому-либо другому, потому что вы, даже в этом отдаленном уголке земли, где я живу, считаетесь величайшим по достоинству положения и любви ко всем наукам и математике, так что вы, благодаря своему положению и суждениям, можете легко подавлять укусы клеветников, хотя пословица гласит, что от укусов клеветы нет лекарства".

В главе X книги I. "О порядке сфер" приводится более подробное представление системы следующим образом:

"То, что Марциан Капелла и несколько других латинян очень хорошо знали, представляется мне чрезвычайно примечательным. Он считал, что Венера и Меркурий вращаются вокруг Солнца как своего центра и что они не могут удаляться от него дальше, чем позволяют окружности их орбит, поскольку они не вращаются вокруг земли, как другие планеты. Таким образом, согласно этой теории, орбита Меркурия была бы включена в орбиту Венеры, которая более чем в два раза больше, и на ней нашлось бы достаточно места для его обращения.

"Если, действуя на основании этого предположения, мы соединим Сатурн, Юпитер и Марс с одним и тем же центром, имея в виду большую протяженность их орбит, которые включают земную сферу помимо орбит Меркурия и Венеры, мы не можем не увидеть объяснение регулярного порядка их движений. Он уверен, что Сатурн, Юпитер и Марс всегда ближе всего к земле, когда они восходят вечером, то есть когда они появляются на фоне солнца, или земля находится между ними и солнцем, но что они дальше всего от земли, когда они заходят вечером, то есть когда между ними и землей находится солнце. Это достаточно доказывает, что их центр принадлежит Солнцу и находится в том же месте, вокруг которого обращаются орбиты Венеры и Меркурия. Поскольку, однако, все они имеют один центр, необходимо, чтобы пространство, лежащее между орбитами Венеры и Марса, включало землю с сопровождающей ее луной и все, что находится под Луной; ибо Луна, которая, несомненно, находится ближе всего к земле, никоим образом не может быть отделена от нее, тем более что в вышеупомянутом пространстве достаточно места для луны. Следовательно, мы без колебаний заявляем, что вся система, включающая Луну с землей в качестве ее центра, совершает оборот по этому большому кругу между планетами, совершая ежегодное движение вокруг Солнца, и вращается вокруг центра вселенной, в котором солнце покоится неподвижно, и что все, что выглядит как движение солнца, объясняется движением земли. Однако размеры Вселенной настолько велики, что, хотя расстояние Земли от Солнца значительно по сравнению с размерами орбит других планет, оно исчезает по сравнению со сферой неподвижных звезд. Я считаю, что это легче понять, чем когда разум сбив с толку почти бесконечным количеством кругов, что неизбежно имеет место с теми, кто удерживает землю в центре Вселенной. Хотя это может показаться непонятным и противоречащим мнению многих, я, если Богу будет угодно, объясню это яснее солнца, по крайней мере, тем, кто не лишен знаний в математике.

Порядок расположения сфер следующий: Первая и самая легкая из всех сфер - это сфера неподвижных звезд, которая включает в себя саму себя и все остальные и, следовательно, неподвижна как место во Вселенной, к которому относится движение и положение всех других звезд.

Затем следует самая внешняя планета, Сатурн, который совершает свой оборот вокруг Солнца за тридцать лет; далее следует Юпитер с двенадцатилетним оборотом; затем Марс, который завершает свой путь за два года. Четвертым по порядку является годовой оборот, который включает Землю с орбитой Луны в виде эпицикла. На пятом месте находится Венера с оборотом в девять месяцев. Шестое место занимает Меркурий, который завершает свой путь за восемьдесят дней. В центре всего стоит солнце, и кто бы мог пожелать поместить светильник этого прекраснейшего храма в другое или лучшее место. Таким образом, фактически солнце, восседающее на царском троне, управляет семейством звезд, которые обращаются вокруг него. В их порядке мы находим гармоничную связь, которую нельзя найти нигде. Здесь внимательный наблюдатель может понять, почему прилив и убыль Юпитера кажутся больше, чем у Сатурна, и меньше, чем у Марса, и опять же больше у Венеры, чем у Меркурия. Кроме того, почему Сатурн, Юпитер и Марс находятся ближе к земле, когда они восходят вечером, чем когда они исчезают в лучах солнца. Более отчетливо, однако, это видно в случае с Марсом, который, когда появляется на небе ночью, кажется равным по размеру Юпитеру, но вскоре после этого обнаруживается среди звезд второй величины. Все это происходит из одной и той же причины, а именно из движения земли. Тот факт, что ничего этого нельзя увидеть в случае неподвижных звезд, является доказательством их неизмеримого расстояния, которое делает невидимой для нас даже орбиту годового движения или ее аналог".(1)

Тот факт, что звезды не показывают параллакса, рассматривался как важный аргумент против движения Земли, и так до сих пор считали противники системы Коперника. Аристарху действительно было необходимо объяснить этот факт предельным расстоянием между звездами; совершенно правильное объяснение, но подразумевающее совершенно непостижимые расстояния. Астрономам девятнадцатого века оставалось показать с помощью более точных приборов, что некоторые звезды имеют параллакс. Но задолго до того, как была выдвинута эта демонстрация, система Коперника была принята как часть общеизвестного.

Хотя Коперник постулировал космическую схему, которая была правильной с точки зрения ее основных черт, он не полностью отказался от некоторых недостатков гипотезы Птолемея. Действительно, он, по-видимому, сохранил все это настолько, насколько это было практически возможно, из уважения к предрассудкам своего времени. Таким образом, он записывает орбиты планет как круговые и объясняет их эксцентриситеты, прибегая к теории эпициклов, вполне следуя методу Птолемея. Но теперь, конечно, для объяснения движения планет было достаточно гораздо более простого механизма, поскольку орбиты были правильно отнесены к центральному солнцу, а не к земле.

Излишне говорить, что революционная концепция Коперника не встретила немедленного признания. Ряд выдающихся астрономов, однако, почти сразу же взялись за это дело, среди них были Ретикус, написавший комментарий к эволюциям; Эразмус Рейнхольд, автор Прутенических таблиц; Ротманн, астроном ландграфа Гессенского, и Местлин, наставник Кеплера. Только что упомянутые таблицы Прутенника, названные так из-за их прусского происхождения, считались усовершенствованием таблиц Коперника и высоко ценились астрономами того времени. Комментарий Ретика дает нам интересную информацию о том, что именно наблюдение орбиты Марса и очень большой разницы между его видимыми диаметрами в разное время впервые привело Коперника к мысли о гелиоцентрической идее. О Рейнгольде известно, что он считал орбиту Меркурия эллиптической и что он отстаивал теорию Луны, согласно которой ее эпицикл вращается по эллиптической орбите, таким образом, в определенной степени предвосхищая одно из великих открытий Кеплера, к которому мы сейчас обратимся. Ландграф Гессенский был астрономом-практиком, составившим каталог неподвижных звезд, который сравнивался с каталогом Тихо Браге. Ему помогали Ротманн и Юстус Бирджиус. Считается, что Местлин, наставник Кеплера, был первым современным наблюдателем, давшим правильное объяснение света, видимого на участках Луны, не освещаемых непосредственно солнцем. Он объяснил это не каким-либо собственным светом самой Луны, а светом, отраженным от земли. Однако говорят, что некоторые греческие философы давали такое же объяснение, и утверждается также, что Леонардо да Винчи предвосхитил Местлина в этом отношении.(2)

В то время как различные астрономы определенного ранга, таким образом, почти с самого начала поддерживали систему Коперника, к сожалению, случилось так, что самый известный из непосредственных преемников Коперника отказался принять теорию движения Земли. Это был Тихо Браге, один из величайших астрономов-наблюдателей всех времен. Тихо Браге был датчанином, родившимся в Кнудструп в 1546 году. Он умер в 1601 году в Праге, в Богемии. На протяжении значительной части своей жизни он находил покровителя в лице Фредерика, короля Дании, который помог ему построить великолепную обсерваторию на острове Хуэне. После смерти своего покровителя Тихо переехал в Германию, где, по счастливой случайности, вступил в контакт с молодым Кеплером и таким образом, без сомнения, сыграл важную роль в

стимулировании амбиций того, кто в последующие годы стал известен как гораздо более великий теоретик, чем он сам. Как уже было сказано, Тихо отверг коперниканскую теорию движения земли. Следует, однако, добавить, что он принял ту часть теории Коперника, которая делает солнце центром всех движений планет, за исключением Земли. Таким образом, он разработал свою собственную систему, которая была своего рода компромиссом между системами Птолемея и Коперника. По замыслу Тихо, солнце вращается вокруг земли, увлекая за собой планеты - Меркурий, Венеру, Марс, Юпитер и Сатурн, центром орбит которых является солнце, а не земля. Следует добавить, что эта космическая схема может быть составлена для объяснения наблюдаемых движений небесных тел, но она включает в себя гораздо более сложный механизм, чем постулируется теорией Коперника.

Были предложены различные объяснения консерватизма, который удерживал великого датского астронома от полного принятия относительно простой и, как мы теперь знаем, правильной доктрины Коперника. С нашей современной точки зрения, кажется настолько более естественным принять систему Коперника, чем отвергнуть ее, что нам трудно поставить себя на место наблюдателя шестнадцатого века. И все же, если мы вспомним, что традиционный взгляд, заслуживающий признания почти всеми мыслителями всех эпох, описывал землю как неподвижное тело, мы увидим, что наше удивление должно вызывать скорее у мыслителя, который может порвать с этим взглядом, чем у того, кто все еще склонен цепляться за него.

Более того, бесполезно пытаться скрыть тот факт, что нечто большее, чем просто расплывчатая традиция, должно было поддерживать идею о первостепенном значении земли в космической схеме. Разум шестнадцатого века был во власти догматов экклезиастизма, и было опасной ересью сомневаться в том, что еврейские писания, на которых экклезиастизм основывал свои притязания, содержали последнее слово в вопросах науки. Но авторы еврейского текста находились под влиянием той вавилонской концепции вселенной, которая признавала землю безоговорочно центральной — которая, на самом деле, никогда даже не выдвигала противоречивой гипотезы; и поэтому западный мир, который пришел к признанию того, что эти писания действительно сверхъестественного происхождения, находился под влиянием восточных идей донаучной эпохи. В наши дни никто, авторитетно выступающий, не считает, что эти еврейские писания имеют какой-либо научный вес. Их интерес в этом отношении чисто антикварный; следовательно, с нашей изменившейся точки зрения кажется едва ли правдоподобным, что Тихо Браге мог быть серьезен, когда цитировал древнееврейские предания в качестве доказательства того, что солнце вращается вокруг земли. И все же мы увидим, что на протяжении почти трех столетий после Тихо те же самые сновидения продолжали цитироваться в противовес тем научным достижениям, которые новые наблюдения сделали необходимыми; и это несмотря на тот факт, что восточная формулировка по большей части поэтически двусмысленна и подвержена изменчивым интерпретациям, о чем убедительно свидетельствует критика последующих поколений.

Как мы уже говорили, Тихо Браге, каким бы великим наблюдателем он ни был, не смог избавиться от восточного наваждения. Итак, он начал свои возражения против системы Коперника с цитаты отрицательного свидетельства еврейского пророка, жившего более тысячи лет до нашей эры. Все это достаточно доказывает, что Тихо Браге не был великим теоретиком. По сути, он был наблюдателем, но в этом отношении занял надежное место в самом первом ряду. Действительно, он, несомненно, был величайшим астрономом-наблюдателем со времен

Гиппарха, между которым и им самим было много общего. Напомним, что Гиппарх отвергал аристархову концепцию вселенной точно так же, как Тихо отвергал концепцию Коперника.

Но если Тихо не предлагал больших обобщений, список конкретных достижений, причитающихся ему, длинный, и некоторые из них оказались важными помощниками в руках более поздних исследователей для надежной демонстрации идеи Коперника. Одна из его наиболее важных серий исследований была связана с кометами. В отношении этих тел в умах астрономов царила величайшая неопределенность. Относительно них преобладало величайшее разнообразие мнений; с одной стороны, они считались божественными посланниками, а с другой - просто вулканическими явлениями земной атмосферы. Тихо Браге заявил, что комета, которую он наблюдал в 1577 году, не имела параллакса, что доказывает ее предельное расстояние. Наблюдаемый курс кометы пересекал орбиты планет, и этот факт поставил под сомнение давно обсуждавшийся вопрос о том, были ли сферы Птолемея прозрачными твердыми телами или просто воображаемыми; поскольку было замечено, что комета пересекала эти предполагаемые сферы, было очевидно, что они не могли быть твердым веществом, которым их обычно представляли, и этот факт сам по себе сильно дискредитировал систему Птолемея. Следует, однако, напомнить, что это предположение о материальных сферах для различных планетарных и звездных орбит было средневековой интерпретацией теории Птолемея, а не интерпретацией самого Птолемея, поскольку ничто не указывало на то, что александрийский астроном рассматривал свои циклы и эпициклы иначе, чем теоретически.

Интересным практическим открытием, сделанным Тихо, был его метод определения широты местности с помощью двух наблюдений, сделанных с интервалом в двенадцать часов. До сих пор было необходимо наблюдать за углом наклона солнца в дни равноденствия, поэтому требовался период в шесть месяцев. Тихо измерил угол возвышения какой-либо звезды, расположенной вблизи полюса, когда находился на меридиане, а затем, двенадцать часов спустя, измерил угол возвышения той же звезды, когда она снова подошла к меридиану в противоположной точке своей видимой окружности вокруг полярной звезды. Половина суммы этих углов дает широту места наблюдения.

В качестве иллюстрации точности наблюдений Тихо можно отметить, что он заново открыл третье неравенство движения Луны при ее изменении, он, как и другие европейские астрономы, тогда совершенно не знал, что это неравенство было замечено арабским астрономом. Тихо доказал также, что угол наклона орбиты Луны к эклиптике подвержен незначительным изменениям.

Очень яркая новая звезда, внезапно вспыхнувшая в созвездии Кассиопеи в 1572 году, стала объектом специальных исследований Тихо, который доказал, что звезда не имеет ощутимого параллакса и, следовательно, находится далеко за пределами планетных областей. Появление новой звезды было явлением, небезызвестным древним, поскольку Плиний сообщает, что Гиппарх был вдохновлен таким появлением при составлении своего каталога неподвижных звезд. Но это явление достаточно необычно, чтобы привлечь необычное внимание. Аналогичное явление произошло в 1604 году, когда новая звезда — в данном случае появившаяся в созвездии Змееносца - была объяснена Кеплером как, вероятно, возникшая в результате обширного горения. Это объяснение, которому, как говорят, следовал Кеплер. Тихо, полностью согласуется с самыми последними теориями по этому вопросу, как мы увидим в свое время. Удивительно слышать, что Тихо приписывают столь поразительную теорию, но, с другой

стороны, такое объяснение - это именно то, чего следует ожидать от другого названного астронома. Ибо Иоганн Кеплер, или, как его первоначально называли, Иоганн фон Каппель, был одним из самых вдумчивых астрономов любого века. Он вечно теоретизировал, но таково было своеобразие его ума, что его теории никогда надолго не удовлетворяли его, если он не мог проверить их наблюдением. Благодаря этому счастливому сочетанию качеств Кеплер стал первооткрывателем трех знаменитых законов движения планет, которые лежат в самой основе современной астрономии и которые должны были в значительной степени способствовать продвижению Ньютона к его еще большему обобщению. Эти законы движения планет были чрезвычайно важны как подтверждение теории Коперника о вселенной, хотя их положение в этом отношении не было сразу признано современными мыслителями. Давайте рассмотрим с некоторыми подробностями их открытие, а тем временем мельком взглянем на историю жизни замечательного человека, чье имя они носят.

ИОГАНН КЕПЛЕР И ЗАКОНЫ ДВИЖЕНИЯ ПЛАНЕТ

Иоганн Кеплер родился 27 декабря 1571 года в маленьком городке Вайль в Вюртембурге. Он был слабым, болезненным ребенком, еще больше ослабевшим после тяжелого приступа оспы. Казалось бы, парадоксально утверждать, что родители такого гения не подходили друг другу, но их семья не была счастливой, поскольку мать обладала нервным темпераментом, что, возможно, в какой-то мере объясняло гениальность ребенка. Отец вел жизнь солдата и в конце концов погиб в кампании против турок. Исследования молодого Кеплера были направлены на службу. После предварительной подготовки он поступил в Тюбингенский университет, где попал под влияние знаменитого Маэстлина и стал его другом на всю жизнь.

Достаточно любопытно, что поначалу у Кеплера не было вкуса ни к астрономии, ни к математике. Но поскольку двери министерства в настоящее время были для него закрыты, он с энтузиазмом занялся изучением астрономии, с самого начала будучи горячим сторонником системы Коперника. Его учитель, Местлин, принял ту же доктрину, хотя он был обязан по теологическим причинам преподавать систему Птолемея, а также выступать против григорианской реформы календаря.

Следует пояснить, что григорианский календарь называется так потому, что он был учрежден папой Григорием XIII, который ввел его в действие в 1582 году, до этого времени так называемый юлианский календарь, введенный Юлием Цезарем, был повсеместно принят в христианском мире. Этот юлианский календарь, как мы видели, был значительным улучшением предыдущих, но ему все еще недоставало некоторого совершенства, поскольку его теоретический день заметно отличался от фактического. За полторы тысячи лет, прошедших со времен Цезаря, этот дефект составил расхождение примерно в одиннадцать дней. Папа Григорий предложил исправить это, исключив из календаря десять дней, что и было сделано в сентябре 1582 года. Чтобы предотвратить подобные неточности в будущем, григорианский календарь предусматривал, что раз в четыре столетия дополнительный день для установления високосного года должен быть пропущен, причем датой, выбранной для такого пропуска, является последний год каждого четвертого столетия. Таким образом, 1500, 1900 и 2300 годы нашей эры не были бы високосными. Таким образом, было произведено приблизительное исправление календаря, хотя даже это не делает его абсолютно точным.

Такое исправление, как это, было, очевидно, желательно, но на самом деле не было никакой необходимости исключать эти десять дней из календаря. День равноденствия сместился так,

что в 1582 году он приходился на 10 марта и сентябрь. Не было никаких причин, по которым он не должен был остаться там. Это значительно упростило бы задачу будущих историков, если бы Григорий удовлетворился обеспечением будущей стабильности календаря, не внося ненужных изменений, о которых идет речь. Мы настолько привыкли думать о 21 марта и 21 сентября как о естественных периодах равноденствия, что, вероятно, забудем, что это чисто произвольные даты, которые можно было бы заменить 10-м числом без каких-либо неудобств или несоответствий.

Но возражение против нового календаря, о котором уже говорилось, не было основано ни на каких подобных соображениях. Во всяком случае, в значительной степени это было связано с тем фактом, что Германия в то время находилась под влиянием восстания лютеран против папства. Противодействие было настолько эффективным, что григорианский календарь вошел в моду в Германии только в 1699 году. Можно добавить, что Англия, испытывая те же предубеждения, выступала против нового летоисчисления до 1751 года, в то время как Россия не принимает его даже сейчас.

Поскольку протестантские лидеры таким образом выступали против позиции папы в вопросе столь практического характера, как календарь, возможно, можно было ожидать, что лютеране будут склоняться к коперниканской теории вселенной, поскольку эта теория была отвергнута папством. Однако это было не так. Сам Лютер с большой настойчивостью указывал в качестве последнего и убедительного аргумента на тот факт, что Иисус Навин повелел солнцу, а не земле стоять на месте; и его последователи были столь же нетерпимы к новому учению, как и их ультрамонтанские противники. Самому Кеплеру в разное время приходилось испытывать сдержанность церковной оппозиции, хотя он никогда не подвергался прямым преследованиям, в отличие от его друга и современника Галилея. В самом начале карьеры Кеплера действительно возник вопрос о публикации написанной им работы, поскольку эта работа принимала как должное истинность доктрины Коперника. Однако эта работа появилась в 1596 году. Она носила название *Mysterium Cosmographicum* и в ней предпринималась попытка объяснить положения различных планетных тел. Коперник посвятил много времени наблюдению за планетами с точки зрения измерения расстояния до них, и его усилия увенчались значительным успехом. Он, действительно, не знал действительного расстояния до солнца и, следовательно, был совершенно неспособен определить расстояние до какой-либо планеты; но, с другой стороны, он с замечательной точностью определил относительное расстояние всех известных в то время планет, измеренное в терминах расстояния до Солнца.

Руководствуясь этими измерениями, Кеплер пришел к очень причудливой теории, согласно которой орбиты пяти главных планет имеют особое отношение к пяти правильным геометрическим телам. Его теория заключалась в следующем: "Вокруг орбиты земли опишите додекаэдр — охватывающий его круг будет кругом Марса; вокруг Марса опишите тетраэдр — охватывающий его круг будет кругом Юпитера; вокруг Юпитера опишите куб — охватывающий его круг будет кругом Сатурна; теперь внутри орбиты земли впишите икосаэдр — вписанный круг будет кругом Венеры; на орбите Венеры впишите октаэдр — вписанный круг будет кругом Меркурия".(3)

Хотя это устройство было причудливым, о котором никто бы сейчас не вспомнил, если бы теоретик впоследствии не получил известности на более веских основаниях, все же оно свидетельствовало о философском духе астронома, который, каким бы неверным он ни был в

данном случае, сулил много хорошего в будущем. Тихо Браге, которому был отправлен экземпляр этой работы, хватило проницательности признать ее гениальным произведением. Он пригласил молодого астронома стать его ассистентом в Праге, и, без сомнения, начавшееся таким образом сотрудничество сыграло важную роль в определении характера будущей работы Кеплера. Именно тренировка в тщательном наблюдении могла принести наибольшую пользу уму, который, подобно уму Кеплера, инстинктивно стремился к формулированию теорий. Когда Тихо Браге умер в 1601 году, Кеплер стал его преемником. В свое время он получил доступ ко всем неопубликованным наблюдениям своего великого предшественника, и они имели для него неоценимую ценность в ходе его собственных исследований.

Кеплер был не только усердным работником и восторженным теоретиком, но и неутомимым писателем, и ему доставляло удовольствие полностью посвящать публику в свои тайны не только относительно своих успехов, но и относительно своих неудач. Таким образом, в его работах разрабатываются как ложные теории, так и правильные, и подробно излагаются наблюдения, с помощью которых их создатель опроверг неверные догадки. Некоторые из этих отчетов в высшей степени интересны, но они не должны задерживать нас здесь. Для нашей настоящей цели должно быть достаточно указать на три важные теории, которые, отобранные из примерно десятка неверных, Кеплер смог продемонстрировать к своему собственному удовлетворению и удовлетворению последующих наблюдателей. Если изложить в нескольких словах, то эти теории, получившие название Законов Кеплера, следующие:

1. Орбиты планет не круговые, а эллиптические, причем солнце находится в одном из фокусов эллипсов.

2. Скорость движения планеты изменяется в разных частях орбиты таким образом, что воображаемая линия, проведенная от солнца к планете, то есть радиус—вектор орбиты планеты, всегда проходит по одной и той же области в данный момент времени.

Эти два закона Кеплер опубликовал еще в 1609 году. Потребовалось еще много лет терпеливых исследований, прежде чем он разгадал секрет связи между расстояниями между планетами и временами обращения, которую выражает его третий закон. Однако в 1618 году он смог сформулировать и это соотношение следующим образом:

3. Квадраты расстояний различных планет от Солнца пропорциональны кубам периодов их обращения вокруг Солнца.

Следует отметить, что все эти законы принимают как должное тот факт, что солнце является центром планетных орбит. Следует также понимать, что в соответствии с системой Коперника земля постоянно рассматривается как член планетной системы, подчиняющийся точно таким же законам, как и другие планеты. Долгое знакомство с этими замечательными законами Кеплера сделало их настолько само собой разумеющимися, что сейчас трудно оценить их по достоинству. И все же, как уже указывалось, именно знание этих удивительно простых соотношений между планетарными орбитами заложило основу ньютоновского закона всемирного тяготения. Современное суждение, конечно, не могло предвосхитить эту кульминацию более позднего поколения. Что он мог понять, так это то, что первый закон Кеплера атаковал одну из самых проверенных временем метафизических концепций, а именно аристотелевскую идею о том, что круг - это совершенная фигура, и, следовательно, орбиты планет должны быть круговыми. Даже Коперник не сомневался в справедливости этого

предположения. То, что Кеплер осмелился оспорить столь прочно укоренившуюся веру, которая, казалось бы, имела столь прочную философскую основу, свидетельствовало об иконоборческой природе его гения. То, что он не успокоился до тех пор, пока не продемонстрировал обоснованность своего революционного предположения, показывает, насколько верно этот великий теоретик подчинил свои гипотезы самым жестким индукциям.

GALILEO GALILEI

В то время как Кеплер разгадывал эти загадки движения планет, в Италии жил еще более известный человек, чьему отстаиванию доктрины Коперника было суждено придать как можно большую огласку новым идеям. Это был Галилео Галилей, один из самых выдающихся научных наблюдателей любого века. Галилей родился в Пизе 18 февраля (по старому стилю) 1564 года. День его рождения памятен вдвойне, поскольку в тот же день скончался величайший итальянец предшествующей эпохи Микеланджело. Любители символизма усмотрели в этом совпадении предсказание перехода от художественной к научной эпохи позднего Возрождения. Галилей происходил из обедневшей дворянской семьи. Он получил медицинское образование, но не продвинулся далеко вперед, прежде чем его природные склонности направили его к физическим наукам. Столкнувшись с оппозицией в Пизе, он рано принял приглашение занять кафедру естественной философии в Падуанском университете, а позже обосновался во Флоренции. Механические и физические открытия Галилея привлекут наше внимание в другой главе. Сейчас нас интересует его вклад в теорию Коперника.

Сам Галилей сообщает в письме к Кеплеру, что он очень рано обратился к этой теории. Однако ему не удавалось внести какой-либо заметный вклад в этот предмет, помимо влияния его общих учений, примерно до 1610 года. Блестящий вклад, который он внес, был в значительной степени обусловлен единственным открытием, а именно открытием телескопа. До сих пор астрономические наблюдения производились невооруженным глазом. Стеклообразные линзы были известны с тринадцатого века, но до сих пор никто не думал об их возможном использовании в качестве вспомогательных средств для зрения вдаль. Вопрос о приоритете открытия так и не был решен. Однако следует признать, что главные почести принадлежат оптикам Нидерландов.

Еще в 1590 году голландский оптик Захариас Йенсен поместил вогнутую и выпуклую линзы соответственно на концы трубки длиной около восемнадцати дюймов и использовал этот инструмент для увеличения небольших объектов — короче говоря, создал примитивный микроскоп. Несколько лет спустя Йоханнес Липперси, о котором мало что известно, за исключением того, что он умер в 1619 году, экспериментировал с несколько похожей комбинацией линз и сделал поразительное наблюдение, что флюгер на отдаленном церковном шпиле, казалось, был намного ближе, если смотреть через линзу. Комбинация линз, которую он использовал, до сих пор используется при изготовлении театральных биноклей; немцы до сих пор называют такую комбинацию голландским телескопом.

Несомненно, этим вопросом занялось большое количество экспериментаторов, и слава о новом приборе быстро распространилась за рубежом. До Галилея, жившего в Италии, дошли слухи об этом замечательном устройстве, благодаря использованию которого, как говорили, "удаленные объекты можно было видеть так же ясно, как и те, что находятся поблизости". Он сразу же принялся за создание для себя аналогичного прибора, и его усилия были настолько

успешными, что сначала он "видел объекты в три раза ближе и в девять раз больше". Продолжая свои усилия, он вскоре настолько усовершенствовал свое подзорное стекло, что предметы были увеличены почти в тысячу раз и казались в тридцать раз ближе, чем при взгляде невооруженным глазом. Вполне естественно, что Галилей обратил этот удивительный инструмент к небу, и почти сразу же был вознагражден несколькими поразительными открытиями. С самого начала его увеличительное стекло позволило рассмотреть огромное количество звезд, невидимых невооруженным глазом, и позволило наблюдателю прийти к выводу, что туманный свет Млечного Пути возникает просто из-за скопления огромного количества крошечных звезд.

Направив свой телескоп на Луну, Галилей обнаружил, что это тело имеет грубые очертания, похожие на земные, а его поверхность покрыта горами, высоту которых можно было приблизительно измерить, изучив их тени. Это вызывало тревогу, поскольку нынешняя аристотелевская доктрина предполагала, что Луна, как и планеты, представляет собой идеально сферическое, гладкое тело. Метафизическая идея совершенной вселенной, несомненно, была нарушена этим, казалось бы, грубым созданием Луны. Однако до сих пор в наблюдениях Галилея не было ничего, что могло бы иметь прямое отношение к теории Коперника; но когда было проведено обследование планет, ситуация оказалась совершенно иной. С помощью своего телескопа Галилей увидел, что Венера, например, проходит фазы, в точности аналогичные фазам Луны, что, конечно, объясняется той же причиной. Итак, здесь были представлены убедительные доказательства того, что планеты являются темными телами, отражающими свет солнца, и было дано объяснение тому факту, который до сих пор выдвигался в противовес теории Коперника, что нижние планеты кажутся не во много раз ярче, когда находятся ближе к земле, чем когда находятся в самых отдаленных частях своих орбит; объяснение, конечно, заключалось в том, что, когда планеты находятся между землей и солнцем, с земли видна лишь небольшая часть их освещенных поверхностей.

При исследовании планеты Юпитер было сделано еще более поразительное открытие, поскольку было замечено, что четыре крошечные звезды занимают экваториальное положение вблизи этой планеты, и при наблюдении за ними ночь за ночью было видно, что они обращаются вокруг планеты точно так же, как Луна обращается вокруг земли. Здесь, очевидно, была миниатюрная солнечная система — осязаемый объект - урок теории Коперника. В честь правящего флорентийского дома того периода Галилей назвал эти спутники Юпитера звездами Медичи.

Обратив внимание на само солнце, Галилей заметил на поверхности этого светила пятно, которое постепенно меняло свою форму, предполагая, что в веществе солнца происходят изменения — изменения, явно несовместимые с совершенным состоянием, которого требуют теоретики-метафизики. Но какими бы тревожными для консерваторов ни были солнечные пятна, они послужили весьма полезной цели, позволив Галилею продемонстрировать, что само солнце вращается вокруг своей оси, поскольку было замечено, что данное пятно проходит по диску и после исчезновения появляется снова в должное время. Было установлено, что период вращения составляет около двадцати четырех дней.

Следует добавить, что различные наблюдатели оспаривали у Галилея приоритет открытия солнечных пятен. Несомненно, солнечное пятно было замечено более ранними наблюдателями, и они ошибочно приняли его за прохождение низшей планеты. Эту ошибку

допустил сам Кеплер. До того, как появился телескоп, он рассматривал изображение солнца на экране камеры-обскуры и наблюдал пятно на диске, которое можно интерпретировать как представляющее планету Меркурий, но которое, как теперь известно, должно было быть солнечным пятном, поскольку диск планеты слишком мал, чтобы его можно было обнаружить этим методом. Подобные наблюдения, какими бы интересными они ни были, не могут считаться открытиями солнечных пятен. Однако вполне вероятно, что несколько первооткрывателей (в частности, Иоганн Фабрициус) провели телескопическое наблюдение пятен и признали, что они имеют отношение к поверхности солнца, почти одновременно с Галилеем. Одним из этих претендентов был иезуит по имени Шайнер, и, как говорят, ревность этого человека сыграла свою роль в том преследовании, о котором мы сейчас должны упомянуть.

В истории науки нет более известного инцидента, чем судебный процесс по делу о ереси, в ходе которого Галилея привели к номинальному отказу от его заветных доктрин. Едва ли найдется другой случай, который комментировался бы столь по-разному. Каждое последующее поколение давало ему свою собственную интерпретацию. Факты, однако, почти не подвергались сомнению. Похоже, что в 1616 году церковь наконец осознала значение гелиоцентрической доктрины о вселенной. По-видимому, церковным властям казалось очевидным, что авторы Библии верили, что мир незыблемо зафиксирован в центре вселенной. Такой, действительно, казалось бы, естественный вывод из различных знакомых фраз еврейского текста, и то, что мы теперь знаем о статусе восточной науки в древности, дает полное основание для такой интерпретации. Нет никаких оснований предполагать, что концепция подчиненного места мира в Солнечной системе когда-либо приходила в голову авторам книги Бытия, даже в виде смутного предположения. Как и их современники, они считали Землю важнейшим телом во Вселенной, а солнце - светилом, помещенным на небе с единственной целью давать свет земле. В этой точке зрения нет ничего странного, ничего аномального; она просто отражает современные представления восточных народов о древности. Что странно и аномально, так это тот факт, что восточные сновидения, выраженные таким образом, можно было бы считать олицетворением вершины научного знания. И все же эти труды оказали такое влияние на западный мир, что даже Галилей не осмеливался открыто им противоречить; и когда отцы церкви серьезно объявили гелиоцентрическую теорию неизбежно ложной, поскольку она противоречит Писанию, в христианском мире, вероятно, нашлось мало людей, чей ментальный настрой позволил бы им справедливо оценить юмор такого заявления. И, действительно, если кое-где человек мог бы подняться до такой оценки, было множество причин для подавления этого импульса, поскольку не было ничего смешного в реакции, с которой власти того времени обычно встречали выражение иконоборческих взглядов. Например, сожжение на костре Джордано Бруно в 1600 году было, например, наглядным уроком, хорошо рассчитанным на то, чтобы сдерживать энтузиазм других учителей, придерживающихся аналогичного мнения.

Несомненно, именно такими соображениями объяснялось относительное молчание поборников теории Коперника, объяснявшее тот необъяснимый иным образом факт, что после смерти самого Коперника прошло около восьмидесяти лет, прежде чем появился хоть один учебник, излагающий его теорию. Учебник, который тогда появился под датой 1622 года, был написан знаменитым Кеплером, который, возможно, был в какой-то мере защищен от папских последствий такой смелости фактом проживания в протестантской стране. Не то чтобы протестанты того времени одобряли гелиоцентрическую доктрину — мы уже цитировали Лютера в негативном смысле, — но, конечно, для настроений реформации было характерно

выступать против любого заявления папы, следовательно, ультрамонтанская декларация 1616 года, возможно, косвенно помогла доктрине, на которую она нападала, сделав эту доктрину менее неприятной в глазах лютеран. Как бы то ни было, работа Кеплера не привела ее автора к прямому конфликту с властями. Но результат был совершенно иным, когда в 1632 году Галилей наконец нарушил молчание и представил миру, под прикрытием формы диалога, подробное изложение теории Коперника. Следует пояснить, что Галилея ранее предупреждали хранить молчание на эту тему, поэтому его публикация вдвойне оскорбила власти. Конечно, он мог бы ответить, что его диалог ввел сторонника системы Птолемея в спор со сторонником противоположной точки зрения, и что, поскольку обе точки зрения были представлены с полным набором аргументов, читателю было предоставлено самому выносить вердикт, поскольку автор нигде явно не выразил своего мнения. Но такой аргумент, конечно, был надуманным, поскольку ни у кого из читавших диалог не могло возникнуть сомнений относительно мнения автора. Более того, был намек на то, что Симплицио, персонаж, отстаивавший доктрину Птолемея и повсеместно терпевший поражение в споре, должен был представлять самого папу — предположение, которое, вероятно, не пошло на пользу делу Галилея.

О характере художественного изложения Галилея лучше всего можно судить на примере, иллюстрирующем энергичную атаку Сальвиати, поборника новой теории, и слабые возражения его консервативного противника:

"Salviati. Давайте тогда начнем наше обсуждение с рассмотрения того, что, какое бы движение ни приписывалось земле, все же мы, как ее обитатели и, следовательно, как участники ее движения, никак не можем воспринимать что-либо из этого, предполагая, что мы должны рассматривать только земные вещи. С другой стороны, столь же необходимо, чтобы это же движение принадлежало, по-видимому, всем другим телам и видимым предметам, которые, будучи отделены от земли, не принимают участия в ее движении. Следовательно, правильный метод выяснить, можно ли приписать движение земле и какого рода движение, состоит в том, чтобы исследовать и наблюдать, можно ли обнаружить в телах вне земли ощутимое движение, которое одинаково присуще всем. Потому что движение, которое заметно только на Луне, например, и не имеет ничего общего с Венерой, Юпитером или другими звездами, никак не может быть свойственным земле, и его местонахождение не может быть где-либо еще, кроме Луны. Итак, существует одно такое универсальное движение, которое управляет всеми остальными, а именно то, которое солнце, луна, другие планеты, неподвижные звезды — короче говоря, вся вселенная, за единственным исключением земли, - по-видимому, совершает с востока на запад в течение двадцати четырех часов. Это, во всяком случае, так кажется на первый взгляд, с таким же успехом может быть движением одной только земли, как и всей остальной вселенной, за исключением земли, поскольку одни и те же явления вытекали бы из любой гипотезы. Начиная с самого общего, я перечислю причины, которые, по-видимому, говорят в пользу движения земли. Когда мы просто рассматриваем необъятность звездной сферы в сравнении с малостью земного шара, который содержится во многих миллионах раз в первом, а затем думаем о скорости движения, которое совершает полный оборот за один день и ночь, я не могу убедить себя, как кто-либо может считать более разумным и правдоподобным утверждение, что вращается небесная сфера, в то время как земля стоит на месте.

"Simplicio. Я не совсем понимаю, как можно утверждать, что этого мощного движения практически не существует для солнца, Луны, других планет и бесчисленного множества

неподвижных звезд. Вы называете это ничем, когда солнце переходит от одного меридиана к другому, поднимается над этим горизонтом и опускается за тот, приносит то день, то ночь; когда луна претерпевает аналогичные изменения, а другие планеты и неподвижные звезды - таким же образом?

"Salvati. Все упомянутые вами изменения относятся только к земле. Чтобы убедить себя в этом, только представьте, что земли больше не существует. Тогда не было бы ни восхода, ни захода солнца или луны, ни горизонта, ни меридиана, ни дня, ни ночи - короче говоря, указанное движение не вызывает никаких изменений в отношении солнца к луне или к любому из других небесных тел, будь то планеты или неподвижные звезды. Все изменения скорее касаются земли; все они могут быть сведены к простому факту, что солнце сначала видно в Китае, затем в Персии, затем в Египте, Греции, Франции, Испании, Америке и т.д., и что то же самое происходит с луной и другими небесными телами. В точности то же самое происходит и точно таким же образом, если вместо того, чтобы возмущать столь большую часть Вселенной, вы позволяете земле вращаться вокруг самой себя. Трудность, однако, удваивается, поскольку возникает вторая очень важная проблема. Если, именно, это мощное движение приписывается небесам, то абсолютно необходимо рассматривать его как противоположность индивидуальному движению всех планет, каждая из которых, несомненно, имеет свое собственное очень неторопливое и умеренное движение с запада на восток. С другой стороны, если вы позволите земле двигаться самой по себе, это противодействие движению исчезнет.

"Невероятность утраивается из-за полного ниспровержения того порядка, который управляет всеми небесными телами, в которых определенно установлено вращательное движение. Чем больше сфера в таком случае, тем больше времени требуется для ее обращения; чем меньше сфера, тем короче время. Сатурн, орбита которого по размерам превосходит орбиту всех планет, проходит ее за тридцать лет. Юпитер (4) совершает свой меньший оборот за двенадцать лет, Марс - за два; луна совершает свой гораздо меньший оборот за месяц. Точно так же ясно на звездах Медичи мы видим, что ближайший Юпитер завершает свой оборот за очень короткое время — примерно за сорок два часа; следующий - примерно за три с половиной дня, третий - за семь, а самый удаленный - за шестнадцать дней. Это правило, которому следуют повсюду, останется в силе, если мы приписываем круглосуточное движение вращению земли. Если, однако, земля остается неподвижной, мы должны сначала перейти от очень короткого правления Луны ко все более значительным правлениям — к двухлетнему правлению Марса, от него к двенадцатилетнему правлению Юпитера, отсюда к тридцатилетнему правлению Сатурна, а затем внезапно перейти к несравненно большей сфере, которой также мы должны приписать полный оборот за двадцать четыре часа. Если, однако, мы предположим движение земли, то быстрота периодов очень хорошо сохраняется; от самой медленной сферы Сатурна мы переходим к совершенно неподвижным неподвижным звездам. Таким образом, мы также избегаем четвертой трудности, которая возникает, как только мы предполагаем, что в сфере звезд есть движение. Я имею в виду большую неравномерность в движении этих самых звезд, некоторые из которых должны были бы вращаться с необычайной скоростью по огромным кругам, в то время как другие двигались бы очень медленно по маленьким кругам, поскольку некоторые из них находятся на большем, а другие - на меньшем расстоянии от полюса. Это также является неудобством, поскольку, с одной стороны, мы видим, что все эти звезды, движение которых несомненно, вращаются по большим кругам, в то время как, с другой стороны, кажется, нет особого смысла размещать тела, которые должны двигаться по кругам, на огромном расстоянии от центра, а затем позволять им двигаться по очень маленьким кругам. И

не только размер различных кругов и, следовательно, скорость движения сильно различаются у разных неподвижных звезд, но одни и те же звезды также меняют свои орбиты и скорость своего движения. В этом состоит пятое неудобство. Те звезды, которые были на экваторе две тысячи лет назад и, следовательно, описывали большие круги в своем обращении, сегодня должны двигаться медленнее и меньшими кругами, потому что они удалены от него на много градусов. Даже случится, по прошествии не очень долгого времени, что один из тех, которые до сих пор находились в постоянном движении, в конце концов совпадет с полюсом и остановится, но после периода покоя снова начнет двигаться. Тем временем все другие звезды, которые, несомненно, движутся, имеют, как было сказано, большую окружность для орбиты и сохраняют ее неизменной.

"Невероятность еще больше возрастает — это можно считать шестым неудобством — из-за того факта, что невозможно представить, какой степенью прочности должны обладать эти огромные сферы, в недрах которых так много звезд закреплено настолько прочно, что они продолжают равномерно вращаться, несмотря на такую разницу в движении, не меняя своего соответствующего положения. Или, если, согласно гораздо более вероятной теории, небеса текучи, и каждая звезда описывает свою собственную орбиту, то по какому закону тогда или по какой причине их орбиты расположены так, что при взгляде с земли кажется, что они заключены в одну единственную сферу? Чтобы достичь этого, мне кажется, гораздо проще и удобнее сделать их неподвижными, а не движущимися, подобно тому, как, например, брусчатку на рыночной площади легче поддерживать в порядке, чем толпы бегающих по ней детей.

Наконец, седьмая трудность: если мы приписываем ежедневное вращение более высокой области небес, нам пришлось бы наделить его силой, достаточной для того, чтобы нести с собой бесчисленное множество неподвижных звезд — каждая из которых представляет собой тело с очень большой окружностью и намного больше земли — и все планеты, хотя последние, как и земля, естественным образом движутся в противоположном направлении. Посреди всего этого маленькая земля, одинокая и неповторимая, упрямо и своевольно противостоит такой силе — предположение, которое, как мне кажется, имеет много оснований. Я также не мог объяснить, почему земля, свободно удерживающее равновесие тело, балансирующее вокруг своего центра и окруженное со всех сторон текучей средой, не должна подвергаться воздействию всемирного вращения. Такие трудности, однако, не встают перед нами, если мы приписываем движение земле — такому маленькому, незначительному телу по сравнению со всей Вселенной, которое именно по этой причине не может оказывать никакой власти над последней.

"Simplicio. Мне кажется, вы во всем подкрепляете свои аргументы большей легкостью, с которой достигаются указанные эффекты. Вы имеете в виду, что в качестве причины движение одной только земли столь же удовлетворительно, как и движение всей остальной вселенной, за исключением земли; вы считаете, что фактическое событие в первом случае гораздо проще, чем во втором. Однако для правителя вселенной, могущество которого безгранично, сдвинуть вселенную с места не менее легко, чем землю или соломенный бальзам. Но если его сила безгранична, почему бы мне не раскрыть большую, а не очень малую ее часть?

"Salvati. Если бы я сказал, что вселенная не движется из-за бессилия ее правителя, я был бы неправ, и ваш упрек был бы уместен. Я допускаю, что бесконечной силе так же легко привести в движение сто тысяч, как и одного. Однако то, что я сказал, относится не к тому, кто вызывает

движение, а к тому, что приводится в движение. В ответ на ваше замечание о том, что бесконечной силе более подобает раскрывать большую часть себя, а не малую, я отвечаю, что по отношению к бесконечному одна часть не больше другой, если обе конечны. Следовательно, недопустимо говорить, что сто тысяч - это большая часть бесконечного числа, чем два, хотя первое в пятьдесят тысяч раз больше последнего. Следовательно, если мы рассматриваем движущиеся тела, мы, несомненно, должны рассматривать движение земли как гораздо более простой процесс, чем процесс вселенной; если, кроме того, мы обратим наше внимание на множество других упрощений, которые могут быть достигнуты только с помощью этой теории, ежедневное движение земли должно казаться гораздо более вероятным, чем движение вселенной без земли, ибо, согласно справедливой аксиоме Аристотеля, "*Frustra fit per plura, quod potest fieri per auctiora*" (Бесполезно тратить много средств там, где достаточно нескольких). "(2)

Эта работа получила широкое распространение и была воспринята с интересом, который свидетельствует о широко распространенном скрытом течении веры в доктрину Коперника. Вполне естественно, что это немедленно привлекло внимание церковных властей. Галилея вызвали в Рим для защиты своего поведения. Философ, которому сейчас было семьдесят лет, сослался на преклонный возраст и немощь. У него не было желания лично познакомиться с трибуналом инквизиции, но мандат был повторен, и Галилей отправился в Рим. Там, как всем известно, он отрекся от любого намерения выступить против учения Священного Писания и формально отрекся от еретического учения о движении земли. Согласно легенде, которая так давно вошла в обиход, что каждый историк до сих пор должен ее повторять, хотя сейчас никто не верит в ее достоверность, Галилей квалифицировал свое отречение тем, что пробормотал себе под нос: "*E pur si muove*" (Тем не менее, она движется), поднялся на ноги и удалился от своих преследователей. Эта история - один из тех вымыслов, которые драматическое чувство человечества имеет обыкновение навязывать истории, но, как и большинство подобных вымыслов, она выражает дух, если не букву истины; ибо точно так же, как никто не верит, что уста Галилея произнесли эту фразу, так никто и не сомневается, что мятежные слова были у него на уме.

После его официального отречения Галилею было разрешено уехать, но с предписанием воздерживаться в будущем от еретического учения. Оставшиеся десять лет его жизни были посвящены главным образом механике, где его эксперименты, к счастью, противоречили скорее аристотелевскому, чем еврейскому учению. Смерть Галилея наступила в 1642 году, через сто лет после смерти Коперника. Кеплер умер тринадцать лет назад, и в этой области не осталось астронома, который запомнился бы в истории науки как сторонник доктрины Коперника. Но, по правде говоря, можно сказать, что теория больше не нуждалась в защитнике. Исследования Кеплера и Галилея привели к появлению массы доказательств в пользу теории Коперника, которые были равносильны демонстрации. Возможно, потребуется поколение или два, чтобы это свидетельство стало повсеместно известно среди людей науки, и, конечно, следует ожидать, что церковные власти будут стоять с оружием в руках в течение несколько более длительного периода. Фактически, церковный запрет не был технически снят вычеркиванием книг Коперника из списка *Index Expurgatorius* до 1822 года, почти через двести лет после даты диалога Галилея. Но это, конечно, ни в коем случае не является руководством к изложению общего мнения относительно теории. Мы получим истинное представление об этом, если предположим, что большее число выдающихся мыслителей приняли гелиоцентрическую доктрину до середины семнадцатого века, и что к концу этого столетия от

старой идеи Птолемея полностью отказались. Таким образом, примерно через два столетия после рождения Коперника произошла удивительная революция в человеческих представлениях о Вселенной.

Против ГАЛИЛЕЯ И НОВОЙ ФИЗИКИ

После того, как Галилей почувствовал сильную руку инквизиции в 1632 году, он старался ограничивать свои исследования или, по крайней мере, публикации, темами, которые казались свободными от теологических подтекстов. При этом он вернулся к области своих самых ранних исследований, а именно к области механики; и "Диалоги новой науки", которые он закончил в 1636 году и которые были напечатаны двумя годами позже, приобрели известность не меньшую, чем предшествовавший им "еретический диалог". Более поздняя работа была свободна от всех очевидных ересей, но, возможно, она сделала больше для утверждения доктрины Коперника посредством преподавания правильных механических принципов, чем другая работа, выполненная более прямым методом.

Астрономические открытия Галилея были, как мы видели, в некотором смысле случайными; по крайней мере, они были созданы благодаря изобретательскому гению другого человека. С другой стороны, его открытия в области механики были естественным результатом его собственного творческого гения. В самом начале своей карьеры, будучи еще очень молодым человеком, хотя и профессором математики в Пизе, он начал тот натиск на старые аристотелевские идеи, который ему предстояло продолжать на протяжении всей своей жизни. В 1590 году у знаменитой пизанской башни молодой иконоборец устроил одну из самых театральных демонстраций в истории науки. Собрав множество сторонников старых идей, он предложил продемонстрировать ложность аристотелевской доктрины о том, что скорость падающих тел пропорциональна их весу. Пожалуй, нет факта, более убедительно свидетельствующего о характере средневековья, чем тот факт, что эта доктрина, которой учил философ-аристотель, так долго оставалась неоспоримой. Теперь, однако, это было подвергнуто испытанию; Галилей выпустил полфунтовый груз и стофунтовое пушечное ядро с вершины башни, и, само собой разумеется, они вместе достигли земли. Конечно, зрители были мало довольны тем, что они увидели. Они не могли сомневаться в свидетельствах своих собственных органов чувств относительно конкретного эксперимента, о котором идет речь; однако они могли предположить, что эксперимент включал нарушение законов природы посредством практики магии. Оспаривать столь прочно укоренившуюся идею, отдающую ересью. Ученые того времени, естественно, косо смотрели на молодого человека, виновного в подобном иконоборчестве. Вместо аплодисментов на него зашипели, и он счел целесообразным немедленно удалиться из Пизы.

Однако, к счастью, новый дух прогресса более эффективно проявился в некоторых других частях Италии, и поэтому Галилей нашел убежище и последователей в Падуе, а затем во

Флоренции; и хотя, как мы видели, он был вынужден умерить свой энтузиазм по поводу предмета, который, возможно, был ближе всего его сердцу — распространения теории Коперника, — все же ему было позволено в основном безудержно продолжать свои экспериментальные наблюдения. Эти эксперименты обеспечили ему место непререкаемого авторитета среди современников, и они передали его имя потомкам как одного из величайших экспериментаторов и фактического основателя современной механической науки.

Эксперименты, о которых идет речь, охватывают широкую область; но по большей части они имеют дело с движущимися телами и с вопросами силы, или, как мы теперь должны были бы сказать, энергии. Эксперимент в падающей башне показал, что скорость падающих тел не зависит от веса тел, при условии, что этот вес достаточен для преодоления сопротивления атмосферы. Более поздние эксперименты с падающими телами привели к открытию законов, касающихся ускоренной скорости падения. Было обнаружено, что такие скорости имеют простую связь с периодом времени от начала падения. Другие эксперименты, в которых мячам позволялось скатываться по наклонным плоскостям, подтвердили наблюдение о том, что сила тяжести придает скорость, пропорциональную длине падения, независимо от того, было ли такое падение прямым или наклонным.

Эти исследования были связаны с наблюдениями за снарядами, относительно которых Галилей был первым, кто высказал правильные представления. Согласно современной идее, снаряд, выпущенный, например, из пушки, двигался по прямой горизонтальной линии до тех пор, пока не исчерпывалась движущая сила, а затем падал на землю по перпендикулярной линии. Галилей учил, что снаряд начинает падать сразу же после выхода из жерла пушки и движется по параболической траектории. Согласно его идее, которая теперь знакома каждому, пушечное ядро, сброшенное с уровня дула пушки, ударится о землю одновременно с ядром, выпущенным горизонтально из пушки. Что касается траектории полета снаряда по параболоиду, то сопротивление воздуха является фактором, который Галилей не смог точно вычислить и который мешает практической реализации его теории. Но это второстепенное соображение. Огромная важность его идеи состоит в признании того, что такая сила, как сила тяготения, действует совершенно одинаково на все неподдерживаемые тела, независимо от того, подвергается ли на такие тела в одно и то же время действию силы перемещения.

В результате этих исследований движущихся тел постепенно сложилось правильное представление о нескольких важных общих законах механики - законах, знание которых было абсолютно необходимо для прогресса физической науки. Вера во вращение Земли сделала необходимым четкое представление о том, что все тела на поверхности земли участвуют в этом движении совершенно независимо от их различных наблюдаемых движений по отношению друг к другу. Эту идею было трудно осознать, как показывает часто повторяющийся аргумент. Снова и снова утверждалось, что при вращении земли камень, сброшенный с вершины башни, не может упасть к подножию башни, поскольку движение земли унесло бы башню далеко от ее первоначального положения, пока камень находится в пути.

Это был один из распространенных аргументов против движения земли, однако его можно было с величайшей легкостью опровергнуть, основываясь на строго аналогичных экспериментах. Легко заметить, например, что камень, упавший с движущейся тележки, не ударяется о землю непосредственно под точкой, с которой он был сброшен, а участвует в движении тележки вперед. Если кто-то сомневается в этом, ему достаточно спрыгнуть с движущейся тележки, чтобы получить практическую демонстрацию того факта, что движение перемещения каким-то

образом повлияло на все его тело. Точно так же простой эксперимент по подбрасыванию мяча с палубы движущегося корабля убедит любого в том, что мяч участвует в движении корабля, так что им можно манипулировать точно так же, как если бы манипулятор стоял на земле. Короче говоря, повседневный опыт дает нам иллюстрации того, что можно было бы назвать сложным движением, из-за чего кажется вполне правдоподобным, что, если земля находится в движении, объекты на ее поверхности будут участвовать в этом движении таким образом, чтобы не мешать никаким другим движениям, которым они могут подвергаться. По мере продвижения доктрины Коперника эта идея сложного движения, естественно, привлекала все больше и больше внимания, и такие эксперименты, как эксперименты Галилея, подготовили почву для новой интерпретации задействованных механических принципов.

Большая трудность заключалась в том, что тема движущихся тел все это время рассматривалась с неверной точки зрения. Поскольку к объекту должна быть приложена сила, чтобы привести его в движение, возможно, не было ничего противоестественного в предположении, что аналогичная сила должна продолжать прилагаться, чтобы поддерживать объект в движении. Когда, например, камень бросается из руки, прямое усилие, приложенное обязательно, прекращается, как только снаряд покидает руку. Камень, тем не менее, пролетает определенное расстояние, а затем падает на землю. Как объяснить этот полет камня? Древние философы немало ломали голову над этой проблемой, а последователи Аристотеля пришли к выводу, что движение руки придавало воздуху движущее движение, и что это движущее движение передавалось камню, толкая его вперед. Каким именно образом воздух приобрел это движущее свойство, объяснено не было, и расплывчатость мышления, характерная для того времени, не требовала объяснения. Возможно, исчезновение ряби на воде могло бы послужить, по аналогии, объяснением постепенного угасания импульса, приводящего в движение камень.

Все это было, конечно, досадным несоответствием точки зрения. Как сегодня известно каждому, воздух замедляет продвижение камня, позволяя силе притяжения притянуть его к земле раньше, чем это было бы возможно в противном случае. Если бы было устранено сопротивление воздуха и сила притяжения, камень, вылетевший из руки, летел бы по прямой линии с неизменной скоростью вечно. Но этот факт, который выражен в том, что мы сейчас называем первым законом движения, было чрезвычайно трудно осознать. Первый важный шаг к нему, возможно, подразумевался в исследовании Галилеем падающих тел. Эти исследования, как мы видели, продемонстрировали, что гиря весом в полфунта и гиря весом в сто фунтов падают с одинаковой скоростью. Однако общеизвестно, что некоторые тела, как, например, перья, не падают с одинаковой скоростью с этими более тяжелыми телами. Эта аномалия требует объяснения, и объяснение можно найти в сопротивлении, оказываемом относительно легкому объекту воздухом. Как только была понята идея о том, что воздух, таким образом, может действовать как препятствующая сила, исследователь принципов механики вступил на новый и многообещающий путь.

Галилей не мог продемонстрировать замедляющее влияние воздуха способом, который стал известен поколением или двумя позже; он не мог поместить перо и монету в вакуумную трубку и доказать, что они будут падать с одинаковой скоростью, потому что в его время воздушный насос еще не был изобретен. Эксперимент был проведен всего через поколение после Галилея, как мы увидим; но, тем временем, великий итальянец полностью усвоил идею о том, что атмосферное сопротивление играет наиболее важную роль в отношении движения падающих и отброшенных тел. Во многом благодаря своим собственным экспериментам, но отчасти также и

усилиям других, он еще до конца своей жизни довольно определенно осознал, что движение снаряда, например, следует рассматривать как неотъемлемое от самого снаряда, и что замедление или окончательное прекращение этого движения происходит из-за действия противоположных сил. Другими словами, он пришел к пониманию значения первого закона движения. Однако великому французскому философу Декарту оставалось дать точное выражение этому закону через два года после смерти Галилея. Как выразил это Декарт в своих "Принципах философии", опубликованных в 1644 году, любое тело, однажды придя в движение, стремится двигаться по прямой с одинаковой скоростью вечно. И наоборот, неподвижное тело будет вечно оставаться в состоянии покоя, если на него не будет воздействовать какая-либо возмущающая сила.

Этот важнейший закон, лежащий в самой основе всех истинных концепций механики, был, таким образом, разработан в первой половине семнадцатого века как результат бесчисленных экспериментов, основу для которых заложили эксперименты Галилея с разрушающимися телами. Шаги, с помощью которых осуществлялось изменение взгляда на движущиеся тела, были столь многочисленными и столь постепенными, что проследить их в деталях невозможно. Мы должны довольствоваться размышлениями о том, что в начале эпохи Галилея величайшие философы — например, сам Галилей и Кеплер — придерживались совершенно ложных представлений об этом предмете, тогда как к концу этой эпохи был достигнут правильный и в высшей степени просветляющий взгляд.

Теперь мы должны рассмотреть некоторые другие эксперименты Галилея, которые привели к едва ли менее важным результатам. Эксперименты, о которых идет речь, имели отношение к движениям тел, движущихся по наклонной плоскости, и к смежному предмету - движению маятника. Сложные эксперименты Галилея, касающиеся первого предмета, проводились путем измерения скорости шара, катящегося по плоскости, наклоненной под различными углами. Он обнаружил, что скорость, приобретаемая мячом, пропорциональна высоте, с которой мяч опускался, независимо от крутизны наклона. Эксперименты проводились также с шариком, катящимся по изогнутому желобу, кривая которого представляла собой форму окружности. Эти эксперименты привели к изучению криволинейных движений груза, подвешенного на шнуре; другими словами, маятника.

Относительно движения маятника вскоре были установлены некоторые очень любопытные факты. Галилей обнаружил, например, что маятник заданной длины совершает свои колебания с одинаковой частотой, хотя дуга, описываемая маятником, может сильно варьироваться.⁽¹⁾ Он обнаружил также, что скорость колебаний маятников различной длины изменяется в соответствии с простым законом. Для того чтобы один маятник колебался вдвое быстрее другого, длина маятников должна составлять четыре к одному. Аналогично, при удлинении маятников в девять раз частота колебаний уменьшается до одной трети, другими словами, скорость колебаний маятников изменяется обратно пропорционально квадрату их длины. Итак, вот простая связь между движениями вращающихся тел, которая наводит на мысль о связи, открытой Кеплером между относительными движениями планет. Каждое подобное открытие, совершаемое в наш век возрождения экспериментальной науки, имело особую силу, преподавая людям важнейший урок о том, что в основе большинства разнообразных явлений природы лежат простые законы, если только эти законы можно открыть.

Галилей далее заметил, что его маятник может быть изготовлен из любого груза, достаточно тяжелого, чтобы легко преодолеть атмосферное сопротивление, и что, с учетом этого условия,

ни вес, ни материал не оказывают никакого влияния на время колебания, которое определяется исключительно длиной шнура. Естественно, практическая полезность этих открытий не была упущена Галилеем. Поскольку маятник заданной длины колеблется с неизменной скоростью, перед нами очевидный способ измерения времени. Однако Галилей, по-видимому, не добился сколько-нибудь значительного успеха в воплощении этой идеи на практике. Гюйгенсу оставалось проявить механическую изобретательность, чтобы сконструировать удовлетворительные часы с маятником.

В качестве теоретического результата исследований качающихся и колеблющихся тел было разработано то, что обычно называют третьим законом движения, а именно закон, согласно которому данная сила воздействует на движущееся тело с эффектом, пропорциональным ее воздействию на то же самое тело в состоянии покоя. Или, как формулирует закон Уэвелл: "Динамический эффект силы подобен статическому эффекту; то есть скорость, которую любая сила создает в данный момент времени, когда она приводит тело в движение, пропорциональна давлению, которое эта же сила создает в неподвижном теле".(2) Согласно второму закону движения, каждая из различных сил, действующих в одно и то же время на движущееся тело, производит тот же эффект, как если бы она воздействовала на тело в состоянии покоя.

СТЕВИНУС И ЗАКОН РАВНОВЕСИЯ

Таким образом, представляется, что механические исследования Галилея, взятые в целом, были не чем иным, как революционными. Они стали первым большим шагом вперед в динамических исследованиях Архимеда, а затем заложили прочный фундамент для одной из самых важных современных наук. Мы увидим, что значительная группа студентов вышла на работу сразу же после Галилея и продолжила работу, которую он так хорошо начал. Но прежде чем перейти к рассмотрению их трудов, мы должны рассмотреть работу в смежных областях двух людей, которые были современниками Галилея и чьи первоначальные труды были в некоторых отношениях едва ли менее важны, чем его собственные. Этими людьми являются голландец Стевинус, которого всегда следует помнить как соратника Галилея в создании науки динамики, и англичанин Гилберт, которому принадлежит безоговорочная похвала за то, что он первым подвергнул явление магнетизма строго научному исследованию.

Стевинус родился в 1548 году, а умер в 1620-м. Он был гениальным практиком и привлек внимание своих ненаучных современников, среди прочего, постройкой любопытного сухопутного судна, которое, установленное на колесах, должно было приводиться в движение парусами, как лодка. Он не только написал книгу об этой любопытной безлошадной повозке, но и применил свою идею на практике, создав транспортное средство, которое действительно преодолевало расстояние между Схевенингеном и Петтоном, перевоза не менее двадцати семи пассажиров, одним из которых был принц Морис Оранский. Эта демонстрация была проведена примерно в 1600 году. Однако не похоже, что странному транспортному средству было сделано какое-либо важное применение; но человек, который его изобрел, применил свою механическую изобретательность в других целях с большим эффектом. Именно он решил проблему косых сил и открыл важный гидростатический принцип, согласно которому давление жидкостей пропорционально их глубине, независимо от формы включаемого сосуда.

Исследование косых сил было проведено Стевином с помощью наклонных плоскостей. Его наиболее показательным экспериментом был очень простой, в котором цепочка шариков одинакового веса подвешивалась к треугольнику; треугольник был сконструирован таким

образом, чтобы опираться на горизонтальное основание, а наклонные стороны имели отношение друг к другу два к одному. Стевинус обнаружил, что его цепочка шаров просто балансирует, когда четыре шара находятся на более длинной стороне, а два - на более короткой и крутой. Достигнутое таким образом уравнивание сил составляло устойчивое равновесие, и Стевинус был первым, кто провел различие между таким состоянием и несбалансированным состоянием, называемым неустойчивым равновесием. Этим простым экспериментом был заложен фундамент науки о статике. Стевинус полностью усвоил принцип, использовавшийся в его эксперименте, и он применил его к решению задачи о косых силах во всех направлениях. Более ранние исследования Стевина были опубликованы в 1608 году. Его собрание сочинений было опубликовано в Лейдене в 1634 году.

Это исследование равновесия давления покоящихся тел привело Стевина, что вполне естественно, к рассмотрению смежного вопроса о давлении жидкостей. Ему принадлежит заслуга в объяснении так называемого гидростатического парадокса. Известный современный эксперимент, иллюстрирующий этот парадокс, проводится путем вставки длинной перпендикулярной трубки малого калибра в верхнюю часть герметичного ствола. При заполнении бочки и трубки водой можно создать давление, которое разорвет бочку, хотя оно и сильное, и фактический вес воды в трубке сравнительно невелик. Это иллюстрирует тот факт, что давление в нижней части столба жидкости пропорционально высоте столба, а не его объему, что является рассматриваемым гидростатическим парадоксом. Объяснение заключается в том, что замкнутая жидкость под давлением оказывает равное усилие на все части ограничивающей стенки; следовательно, совокупное давление может увеличиваться неограниченно за счет увеличения поверхности. Конечно, именно этот принцип используется в хорошо знакомом гидростатическом прессе. Теоретические объяснения давления жидкостей были даны поколением или двумя позже многочисленными исследователями, включая Ньютона, но практическое переосмысление науки гидростатики в наше время восходит к экспериментам Стевинуса.

ГАЛИЛЕЙ И РАВНОВЕСИЕ ЖИДКОСТЕЙ

Эксперименты смежного характера, связанные с равновесием жидкостей, проявили изобретательность Галилея. Некоторые из его наиболее интересных экспериментов связаны с темой плавающих тел. Следует напомнить, что Архимед еще в александрийскую эпоху решил важнейшие проблемы гидростатического равновесия. Теперь, однако, его эксперименты были проигнорированы или забыты, и Галилею пришлось проводить эксперименты заново и бороться с ошибочными взглядами, от которых давно следовало отказаться. Возможно, наиболее наглядное представление о духе времени можно получить, подробно процитировав статью Галилея, в которой он подробно описывает свои собственные эксперименты с плавающими телами и оспаривает взгляды своих оппонентов. Эта статья имеет дополнительную ценность как иллюстрация методов Галилея как экспериментатора, так и спекулятивного рассуждателя.

Существующая точка зрения, которую Галилей здесь пытается опровергнуть, утверждает, что вода оказывает сопротивление проникновению внутрь, и что это сопротивление играет важную роль в определении того, всплывет ли тело, помещенное в воду, или утонет. Галилей утверждает, что вода не обладает сопротивлением и что тела плавают или тонут в силу своего соответствующего веса. Это, конечно, всего лишь повторение закона Архимеда. Но остается

объяснить тот факт, что тела определенной формы будут всплывать, в то время как тела из того же материала и веса, но другой формы, будут тонуть. По ходу дела мы увидим, какое объяснение этой аномалии найдет Галилей.

Во-первых, Галилей делает конус из дерева или воска и показывает, что, когда он плавает в воде острием или основанием, он вытесняет точно такое же количество жидкости, хотя вершина по своей форме лучше приспособлена для преодоления сопротивления воды, если бы это было причиной плавучести. Опять же, эксперимент можно разнообразить, закаляя воск свинцовыми опилками до тех пор, пока он не погрузится в воду, и тогда будет обнаружено, что в любую фигуру нужно добавить такое же количество пробки, чтобы поднять поверхность.

"Но, — говорит Галилей, — это не заставляет замолчать моих оппонентов; они говорят, что все рассуждения, сделанные мной до сих пор, мало что значат для них, и что это послужит им на пользу; что они продемонстрировали на одном примере и таким образом и фигурой, какие им больше всего нравятся, а именно на доске и шаре из черного дерева, что одно, когда его опускают в воду, опускается на дно, а другое остается плавать наверху; и поскольку материя одна и та же, и два тела различаются только формой, они утверждают, что со всей очевидностью они могут быть разделены. продемонстрировали и разумно проявили то, за что они взялись. Тем не менее, я верю и думаю, что могу доказать, что сам этот эксперимент ничего не доказывает против моей теории. И, во-первых, неверно, что шар тонет, а доска нет; потому что доска тоже утонет, если вы поступите с обеими фигурами так, как требуют слова нашего вопроса; то есть, если вы поместите их обе в воду; ибо находиться в воде означает быть помещенным в воду, а по собственному определению места Аристотеля, быть помещенным, значит быть окруженным поверхностью окружающего тела; но когда мои оппоненты показывают плавающую доску из черного дерева, они кладут ее не в воду, а на воду; где, будучи задержаны определенным препятствием (о котором чуть позже), он окружен частично водой, частично воздухом, что противоречит нашему соглашению, поскольку оно заключалось в том, что тела должны находиться в воде, а не частично в воде, частично в воздухе.

Я не стану опускать другую причину, также основанную на опыте и, если я не обманываю себя, убедительную против представления о том, что величина и сопротивление воды проникновению имеют какое-либо отношение к плавучести тел. Выберите кусок дерева или другого материала, например, орехового дерева, шарик из которого поднимается со дна воды на поверхность медленнее, чем шарик из черного дерева того же размера опускается, так что ясно, что шарик из черного дерева легче рассекает воду при погружении, чем шарик из дерева при подъеме. Затем возьмите доску из орехового дерева, равную плавающей доске одного из моих противников и похожую на нее; и если верно, что эта последняя плавает из-за того, что фигура не может проникнуть в воду, то другая доска из орехового дерева, без сомнения, если ее опустить на дно, должна остаться там, поскольку имеет ту же препятствующую фигуру и менее склонна преодолевать указанное сопротивление воды. Но если мы обнаружим на опыте, что не только тонкая доска, но и любая другая фигурка из того же орехового дерева снова всплывет, что, несомненно, и произойдет, тогда я должен пожелать моим оппонентам воздержаться приписывать всплывание эбенового дерева фигуре доски, поскольку сопротивление воды при подъеме одинаково, как и при погружении, и сила подъема орехового дерева меньше, чем сила, с которой эбеновое дерево опускается на дно.

Теперь давайте вернемся к тонкой пластинке из золота или серебра, или к тонкой доске из черного дерева, и слегка опустим ее на воду, чтобы она оставалась там, не погружаясь, и внимательно понаблюдаем за эффектом. Будет ясно видно, что плиты находятся значительно ниже поверхности воды, которая поднимается вверх и образует своего рода вал вокруг них со всех сторон. Но если он уже проник сквозь толщу воды и преодолел ее, и по своей природе тяжелее воды, почему он не продолжает погружаться, а останавливается и подвешивается в той маленькой впадине, которую образовал в воде его вес? Мой ответ таков: потому что, погружаясь до тех пор, пока его поверхность не окажется ниже воды, которая поднимается насыпью вокруг него, он втягивает и уносит с собой воздух над собой, так что то, что в этом случае опускается в воду, является не только доской из черного дерева или железной пластиной, но и соединением черного дерева и воздуха, из состава которого получается твердое вещество, уже не особенно тяжелее воды, как это было только с черным деревом или золотом. Но, джентльмены, нам нужно то же самое; вы не должны изменять ничего, кроме формы, и, следовательно, будьте добры удалить этот воздух, что можно сделать, просто вымыв поверхность доски, потому что вода, однажды попавшая между доской и воздухом, соединится, и эбонитовое дерево пойдет ко дну; и если этого не произойдет, вы выиграли день.

Но мне кажется, я слышу, как некоторые из моих противников хитро возражают против этого и говорят мне, что они ни в коем случае не позволят мочить свои доски, потому что добавленная таким образом вода, делая их тяжелее, чем они были раньше, тянет их ко дну, и что добавление нового веса противоречит нашему соглашению, которое заключалось в том, что вопрос должен быть таким же.

На это я отвечу, во-первых, что никто не может предположить, что тела можно опускать в воду, не намочив их, и я не хочу делать с доской больше, чем вы можете сделать с мячом. Более того, неправда, что доска тонет из-за веса воды, добавляемой при стирке; потому что я нанесу десять или двадцать капель на плавающую доску, и пока они стоят отдельно, она не утонет; но если доску вынуть и вытереть всю эту воду, а всю поверхность смыть одной-единственной каплей и снова опустить ее в воду, нет никаких сомнений в том, что она утонет, так как воздух больше не препятствует другой воде, текущей, чтобы покрыть ее. Во-вторых, совершенно неверно, что вода может каким-либо образом увеличивать вес погруженных в нее тел, ибо вода не имеет веса в воде, поскольку она не тонет. Теперь точно так же, как тот, кто сказал бы, что медь по своей природе тонет, но что, придавая ей форму чайника, она приобретает благодаря этой фигуре свойство лежать в воде, не погружаясь, сказал бы, что это ложь, потому что в воду опускают не чистую медь, а смесь меди и воздуха; точно так же не более и не менее ложно, что тонкая пластинка из меди или черного дерева плавает благодаря своей расширенной и широкой форме. Также я не могу не сказать своим оппонентам, что этот тщеславный отказ от мытья поверхности доски может вызвать у третьего лица мнение о скудости аргументов с их стороны, тем более что разговор начался о хлопьях льда, в которых было бы просто потребовать, чтобы поверхность оставалась сухой; не говоря уже о том, что такие кусочки льда, сухие или мокрые, всегда плавают, и, как говорят мои оппоненты, из-за их формы.

"Некоторые могут удивиться, что я утверждаю, что воздух обладает способностью удерживать пластины из меди или серебра над водой, как будто в определенном смысле я приписываю воздуху своего рода магнетическую силу для поддержания тяжелых тел, с которыми он соприкасается. Чтобы развеять все эти сомнения, я придумал следующий эксперимент, демонстрирующий, насколько действительно воздух поддерживает эти тела; ибо я обнаружил,

что, когда одно из этих тел, которое плавает, когда его слегка опускают на воду, тщательно оmyвается и опускается на дно, что, поднося к нему немного воздуха, я могу поднять и отнести его обратно наверх, где оно плавает по-прежнему. Для этого я беру шарик из воска и с помощью небольшого количества грифеля делаю его достаточно тяжелым, чтобы он очень медленно опускался на дно, следя за тем, чтобы его поверхность была достаточно гладкой и ровной. Если его осторожно опустить в воду, он погружается почти полностью, остается видимой лишь небольшая часть самой верхушки, которая, пока она соединена с воздухом, удерживает шар на плаву; но если мы уберем контакт с воздухом, намочив эту верхушку, шар опустится на дно и останется там. Теперь, чтобы заставить его вернуться на поверхность за счет воздуха, который до этого поддерживал его, опустите в воду стакан горловиной вниз, который унесет с собой содержащийся в нем воздух, и двигайте его вниз к шару, пока по прозрачности стекла не увидите, что воздух достиг его верха; затем осторожно поднимите стакан, и вы увидите, как шарик поднимется, а затем останется на поверхности воды, если вы осторожно раздвинете стакан и воду, не слишком сильно потревожив его".(3)

Будет видно, что Галилей, придерживаясь в основном правильного тезиса, все же примешивает к нему некоторые ложные идеи. С самого начала, конечно, неверно, что вода не оказывает сопротивления проникновению; однако это верно в том смысле, в каком Галилей использует этот термин, то есть сопротивление воды проникновению обычно не является определяющим фактором при принятии решения о том, тонет тело или всплывает. Однако в случае плоского тела не совсем неуместно сказать, что вода сопротивляется проникновению внутрь и, таким образом, поддерживает тело. Современные физики объясняют это явление поверхностным натяжением жидкости. Конечно, рассуждения Галилея о смешивании воздуха с плавающим телом крайне причудливы. Его эксперименты были удивительно точными; его теоретические построения на их основе были, в данном случае, совершенно ошибочными. Таким образом, как уже упоминалось, его статья превосходно адаптирована для того, чтобы преподать изучающим науку двойной урок.

УИЛЬЯМ ГИЛБЕРТ И ИЗУЧЕНИЕ МАГНЕТИЗМА

Следует отметить, что исследования Галилея и Стевинуса были в основном связаны с силой тяготения. Между тем, существовал английский философ соответствующего гения, чье внимание было направлено на исследование не менее таинственной силы земного магнетизма. За сомнительным исключением Бэкона, Гилберт был самым выдающимся деятелем науки в Англии во времена правления королевы Елизаветы. В течение многих лет он был придворным врачом, и королева Елизавета в конце концов назначила ему пенсию, которая позволила ему продолжить свои исследования в области чистой науки.

Его исследования в области химии, хотя и считавшиеся очень важными, в основном утрачены; но его великая работа "О магнетизме", над которой он трудился более восемнадцати лет, является работой достаточной важности, как говорит Халлам, "чтобы создать прочную репутацию ее автору". С момента своего первого появления она произвела глубокое впечатление на ученых людей континента, хотя в Англии теории Гилберта, по-видимому, были восприняты несколько менее благосклонно. Галилей открыто выразил свое восхищение работой и ее автором; Бэкон, который восхищался автором, не выразил такого же восхищения его теориями; но доктор Пристли позже объявил его "отцом современного электричества".

Как ни странно, книга Гилберта никогда не переводилась на английский или, по-видимому, на какой-либо другой язык до недавних лет, хотя на момент ее публикации некоторые ученые мужи, неспособные прочесть книгу в оригинале, просили об этом. Из-за этого пренебрежения или оплошности большое количество обычных читателей, а также многие ученые на протяжении последующих столетий были лишены возможности пользоваться трудами, которые содержали значительную долю фундаментальных фактов о магнетизме, известных сегодня.

Гилберт был первым, кто обнаружил, что земля является большим магнитом, и он не только дал название "полюс" концам магнитной стрелки, но также говорил об этих "полюсах" как о северном и южном полюсах, хотя он использовал эти названия в смысле, противоположном тому, в котором мы используем их сейчас, его южным полюсом был конец, указывающий на север, и наоборот. Он также был первым, кто использовал термины "электрическая сила", "электрические эманации" и "электрическое притяжение".

Вряд ли нужно говорить, что некоторые взгляды Гилберта, многие из его теорий и точность некоторых его экспериментов в последнее время были признаны ошибочными. Однако, как пионер в неизведанной области науки, его работа удивительно точна. "Вцелом, - говорит доктор Джон Робинсон, - это представление содержит больше реальной информации, чем любое произведение эпохи, в которую он жил, и едва ли превосходит все, что появилось с тех пор".(4)

В предисловии к своей работе Гилберт говорит: "Поскольку при открытии тайных вещей и исследовании скрытых причин более веские доводы получаются из надежных экспериментов и доказанных аргументов, чем из вероятных догадок и мнений обычных философов-спекулянтов, следовательно, для того, чтобы до конца понять эту благородную субстанцию этого великого магнита, нашей общей матери (земли), которая все еще совершенно неизвестна, а также для того, чтобы лучше понять экстраординарные и возвышенные силы этого земного шара, мы решили, во-первых, начать с обычной каменистой и железистой материи, и магнитные тела и ту часть земли, с которой мы можем обращаться и которую можем воспринимать органами чувств, а затем приступить к простым магнитным экспериментам и проникнуть во внутренние части земли".(5)

Прежде чем приступить к демонстрации того, что земля - это просто гигантский магнит, Гилберт остроумным способом продемонстрировал, что каждый магнит, какого бы размера он ни был, имеет определенные и неподвижные полюса. Он сделал это, поместив камень в металлический токарный станок и превратив его в сферу, и на этой сфере продемонстрировал, как можно найти полюса. Этому круглому магниту он дал название террелла, то есть маленькая земля.

"Итак, чтобы найти полюса, соответствующие земле, - говорит он, - возьмите в руку круглый камень и положите на него иглу или кусок железной проволоки: концы проволоки вращаются вокруг своей средней точки и внезапно замирают. Теперь охрой или мелом отметьте места, где проволока лежит неподвижно и прилипает. Затем переместите середину проволоки в другое место, и так до третьего и четвертого, всегда отмечая камень по длине проволоки там, где он стоит неподвижно; отмеченные таким образом линии будут изображать меридианные круги или круги, подобные меридианам, на камне или террелле; и очевидно, что все они сойдутся на полюсах камня. Продолжая круг таким образом, появляются полюса, как северный, так и южный, и между ними, на полпути, мы можем начертить большой круг для экватора, как это делает астроном на небесах и на своих сферах, и географ на земном глобусе".(6)

Гилберт попробовал провести знакомый эксперимент, поместив магнит на поплавок в воде, и заметил, что полюса всегда возвращаются до тех пор, пока не будут направлены на север и юг, что он объяснил магнитным притяжением земли. В этой же связи он заметил, что кусок кованого железа, установленный на пробковом поплавке, в незначительной степени притягивается другими металлами, и он заметил также, что обычный железный прут, подвешенный горизонтально на нитке, неизменно принимает направление на север и юг. Эти, наряду со многими другими экспериментами аналогичного характера, убедили его в том, что земля "является магнитом и магнитопроводом", что, по его словам, является "новым и до сих пор неслыханным взглядом на землю".

Чтобы в полной мере оценить революционные взгляды Гилберта относительно земли как магнита, следует помнить, что было выдвинуто бесчисленное количество теорий, объясняющих действие электрической стрелки. Колумб и Парацельс, например, верили, что магнит притягивается какой-то точкой на небе, например магнитной звездой. Сам Гилберт рассказывает о некоторых верованиях, которых придерживались его предшественники, многие из которых, по его словам, "умышленно фальсифицируют". Одним из его первых шагов было экспериментальное опровержение таких утверждений, как утверждение Кардана о том, что "рана намагниченной иглой безболезненна"; а также утверждение Фракастони о том, что магнит притягивает серебро; или утверждение Скалингера о том, что алмаз притягивает железо; и утверждение Маттиолуса о том, что "железо, натертое чесноком, больше не притягивается к магниту".

Гилберт провел обширные эксперименты, чтобы объяснить погружение иглы, которое впервые заметил Уильям Норман. Его умозаключение относительно этого явления привело его к мысли, что это также объясняется магнитным притяжением земли, и к предсказанию того, где будет обнаружен вертикальный провал. Эти выводы кажутся тем более удивительными, что в то время, когда он их сделал, провал был только что открыт и изучался только в Лондоне. Таким образом, его теория падения была научным предсказанием, основанным на предвзятой гипотезе. Гилберт обнаружил, что в Лондоне падение составило 72 градуса; восемь лет спустя Гудзон обнаружил, что падение на 75 градусах 22' северной широты равно 89 градусам 30' северной широты; но только более чем двести лет спустя, в 1831 году, сэр Джеймс Росс впервые заметил вертикальный спад примерно на 70 градусах 5' северной широты и 96 градусах 43' западной долготы. Это было не совсем то, что предполагал Гилберт, и, следовательно, его научные предсказания были не совсем правильными; но такие сравнительно незначительные и простительные ошибки лишь незначительно портят превосходство его работы в целом.

Краткого перечисления некоторых других его важных открытий достаточно, чтобы показать, что высокое положение в науке, которое ему присвоили современники, а также последующие поколения ученых, было вполне заслуженным. Он был первым, кто провел различие между магнетизмом и электричеством, дав последнему свое название. Он открыл также "электрический заряд" и указал путь к открытию изоляции, показав, что заряд можно удерживать некоторое время в возбужденном теле, покрывая его каким-либо непроводящим веществом, таким как шелк; хотя, конечно, вряд ли можно сказать, что электропроводность была чем-то большим, чем смутное предположение, если он вообще понимал ее. Он изобрел первый электрический прибор, когда-либо созданный и известный как таковой, а также первый магнитометр и первое электрическое индикаторное устройство. Хотя со дня его смерти прошло

три столетия, метод намагничивания железа, впервые введенный им, широко используется и по сей день.

Он провел исчерпывающие эксперименты с иглой, балансирующей на оси, чтобы посмотреть, сколько веществ он смог найти, которые, подобно янтарю, при растирании воздействовали на иглу. Таким образом, он обнаружил, что легкие вещества притягиваются квасцами, слюдой, мышьяком, сургучом, сернистым молоком, шлаками, бериллом, аметистом, горным хрусталем, сапфиром, гагатом, карбункулом, алмазом, опалом, бристо́льским камнем, стеклом, сурьмяным стеклом, камедной мастикой, твердой смолой, каменной солью и, конечно, янтарем. Он обнаружил также, что атмосферные условия влияют на выработку электроэнергии: сухость неблагоприятна, а влажность благоприятна.

Оценка Галилеем этого первого электрика является приговором последующих поколений. "Я чрезвычайно восхищаюсь этим автором и завидую ему", - сказал он. "Я считаю его достойным величайшей похвалы за множество новых и правдивых наблюдений, которые он сделал, к позору стольких тщеславных и вздорных авторов".

ИССЛЕДОВАНИЯ СВЕТА, ТЕПЛА И АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ

Мы видели, что Гилберту ни в коем случае не хватало разносторонности, однако все исследования, на которых основана его слава, велись в одном направлении, так что отца магнетизма можно считать одним из первых специалистов в области физики. Большинство работников того времени, с другой стороны, расширили свои исследования во многих направлениях. Общая сумма научных знаний того времени была не настолько велика, чтобы исключить возможность того, что один человек мог овладеть всем этим. Итак, мы видим, например, Галилея, делающего революционные открытия в астрономии и проводящего фундаментальные эксперименты в различных областях физики. Великий современник Галилея, Кеплер, был почти столь же разносторонним человеком, хотя его астрономические исследования имели такое выдающееся значение, что другие его исследования отошли на второй план. Тем не менее, он провел несколько примечательных экспериментов по крайней мере на одном физическом факультете. Эти эксперименты были связаны с преломлением света - предметом, к исследованию которого Кеплера побудил, по крайней мере частично, его интерес к телескопу.

Мы видели, что Птолемей в александрийское время и араб Алхазен изучали рефракцию. Кеплер повторил их эксперименты и, стремясь, как всегда, обобщить свои наблюдения, попытался найти закон, управляющий наблюдаемым изменением направления, которое принимает луч света при переходе из одной среды в другую. Кеплер измерил угол преломления с помощью простого, но остроумного желобообразного прибора, который позволил ему легко сравнивать прямые и преломленные лучи. Он обнаружил, что когда луч света проходит через стеклянную пластинку, если он ударится о дальнюю поверхность стекла под углом, превышающим 45 градусов, он полностью преломится, вместо того чтобы проходить сквозь нее в воздух. Он не мог не знать, что разные среды по-разному преломляют свет и что для одной и той же среды количество света изменяется с изменением угла падения. Однако он не смог обобщить свои наблюдения так, как хотел, и до последнего момента закон, управляющий рефракцией, ускользал от него. Голландцу Виллеброрду Снеллу оставалось примерно в 1621 году открыть закон, о котором идет речь, а Декарту, чуть позже, сформулировать его. Декарта, действительно, иногда считали первооткрывателем этого закона. Есть основания полагать, что

он основывал свои обобщения на эксперименте Снелла, хотя и не признавал открыто своего долга. Закон, как его выразил Декарт, гласит, что синус угла падения имеет фиксированное отношение к синусу угла преломления для любой данной среды. Итак, вот еще одна иллюстрация того факта, что почти бесконечно разнообразные явления могут быть подведены под действие простого закона. Как только закон был сформулирован, его можно было проверить с величайшей легкостью; и, как обычно, после того, как было сделано открытие, кажется удивительным, что более ранние исследователи — в частности, такой проницательный угадчик, как Кеплер, — пропустили его.

Сам Галилей, должно быть, в какой-то степени изучал свет, поскольку, как мы видели, он внес такой заметный вклад в практическую оптику, усовершенствовав телескоп; но он, по-видимому, ничего не добавил к теории света. Тема тепла, однако, привлекла его внимание несколько иным образом, и это привело его к изобретению первого устройства для измерения температуры. Его термометр был основан на ставшем впоследствии известным принципе расширения жидкости под действием тепла; но как практическое средство измерения температуры это было очень грубое устройство, потому что трубка, в которой находилась измеряемая жидкость, находилась под воздействием воздуха, следовательно, барометрические изменения давления сводили на нет эксперимент. Итальянским преемникам Галилея из Флорентийской академии Чименто оставалось усовершенствовать аппарат после того, как эксперименты Торричелли, к которым мы вскоре вернемся, пролили новый свет на вопрос об атмосферном давлении. Еще позже знаменитому Гюйгенсу пришла в голову идея использовать температуру плавления и кипения воды в качестве фиксированных точек в шкале измерений, что впервые придало определенность термометрическим испытаниям.

TORRICELLI

В последние годы своей жизни Галилей принял в свою семью в качестве приемного ученика в науке молодого человека Эванджелисту Торричелли (1608-1647), который за свою короткую жизнь зарекомендовал себя достойным последователем своего великого учителя. Не только достойный из-за своих великих научных открытий, но и благодарный, поскольку, когда он сделал великое открытие, что "всасывание", производимое вакуумом, на самом деле было не чем иным, как давлением воздуха, а вовсе не всасыванием, он пожалел, что столь важный шаг в науке мог быть сделан не его великим учителем Галилеем, а им самим. "Такая щедрость Торричелли, - говорит Плейфер, - была, пожалуй, большей редкостью, чем его гениальность: гораздо больше людей могли бы открыть взвесь ртути в барометре, чем тех, кто был бы готов уступить честь открытия мастеру или другу".

Открытие Торричелли было сделано в 1643 году, менее чем через два года после смерти его мастера. Галилей заметил, что вода не поднимается в вытяжной трубе, такой как насос, на высоту более тридцати трех футов, но он так и не смог предложить удовлетворительного объяснения этого принципа. Торричелли смог продемонстрировать, что высота, на которой стояла вода, не зависела ни от чего, кроме ее веса по сравнению с весом воздуха. Если это верно, то очевидно, что любая жидкость будет поддерживаться на определенной высоте в соответствии с ее относительным весом по сравнению с воздухом. Таким образом, ртуть, которая примерно в тринадцать раз плотнее воды, должна подниматься только на одну тринадцатую высоты водяного столба, то есть примерно на тридцать дюймов. Рассуждая таким образом, Торричелли продолжал доказывать правильность своей теории. Наполнив ртутью

длинную трубку, закрытую с одного конца, он перевернул трубку открытым отверстием в сосуде с ртутью. Столбик ртути сразу же упал, но на высоте около тридцати дюймов остановился и оставался неподвижным, давление воздуха на ртуть в сосуде поддерживало ее на этой высоте. Это открытие стало сокрушительным ударом по старой теории, которая доминировала в этой области физики на протяжении стольких веков. Совершенно революционным было доказать, что вместо таинственного чего-то внутри трубки, ответственного за подвешивание жидкостей на определенных высотах, это было просто обычное атмосферное давление, достаточно загадочное, это правда - воздействующее на них извне. Давление, оказываемое атмосферой, в то время было мало изучено, но открытие Торричелли существенно помогло в разгадке тайны. Весь класс подобных явлений давления воздуха, который удерживался в оковах давно установившихся, но ложных доктрин, теперь был сведен к одному простому закону, и дверь к решению множества нерешенных проблем распахнулась.

Давно подозревалось и верилось, что плотность атмосферы меняется в определенное время. То, что воздух иногда "тяжелый", а в другое время "легкий", очевидно для органов чувств без научного аппарата для демонстрации. Таким образом, очевидно, что ртутный столб Торричелли должен подниматься и опускаться точно пропорционально легкости или тяжести воздуха. Короткая серия наблюдений доказала, что это действительно так, и вместе с этими наблюдениями естественным образом пошли наблюдения за изменениями погоды. Таким образом, оставалось только нацарапать шкалу на стеклянной трубке, показывающую относительное атмосферное давление, и барометр Торричелли был готов.

Такая революционная теория и такое важное открытие, конечно, не могли быть приняты без споров, но слабые аргументы противников показали, насколько несостоятельной стала старая теория. В 1648 году Паскаль предположил, что если теория давления воздуха на ртуть верна, то это можно продемонстрировать, поднявшись на гору с ртутной трубкой. Поскольку было известно, что воздух постепенно становится легче от основания к вершине, высоту колонны следовало постепенно уменьшать по мере подъема и снова увеличивать при спуске в более плотный воздух. Эксперимент проводился на горе под названием Пюи-де-Дом в Оверни, и столбик ртути постепенно опускался и поднимался на расстояние около трех дюймов по мере подъема и спуска.

Этот эксперимент практически утвердил вердикт новой теории, но он также предположил нечто большее. Если ртуть опустилась до определенной отметки на шкале на вершине горы, высота которой была известна, почему это не было средством измерения высот всех других возвышенностей? Так было положено начало тому, что, с определенными изменениями и исправлениями в деталях, теперь является основой барометрических измерений высот.

Кроме того, в гидравлике Торричелли, по-видимому, сделал один из первых шагов. Он сделал это, показав, что вода, вытекающая из отверстия в боку или дне сосуда, делает это с той же скоростью, что и та, которую тело приобрело бы, падая с уровня поверхности воды до уровня отверстия. Это открытие имело величайшее значение для правильного понимания науки о движении жидкостей. Он также открыл ценный механический принцип, согласно которому, если любое количество тел соединено таким образом, что при их движении не происходит ни подъема, ни опускания их центра тяжести, эти тела находятся в равновесии.

Помимо совершения этих открытий, он значительно усовершенствовал микроскоп и телескоп, а также изобрел простой микроскоп, сделанный из стеклянного шарика. В 1644 году он опубликовал трактат о свойствах циклоиды, в котором предложил решение проблемы ее квадратуры. Как только эта брошюра появилась, ее автор был обвинен Жилем Робервалем (1602-1675) в том, что он присвоил уже предложенное им решение. Это привело к долгим дебатам, в ходе которых Торричелли заболел лихорадкой, от последствий которой он умер во Флоренции 25 октября 1647 года. Однако есть основания полагать, что, хотя открытие Роберваля было сделано до открытия Торричелли, последний пришел к своим выводам независимо.

VI. ДВЕ ПСЕВДОНАУКИ - АЛХИМИЯ И АСТРОЛОГИЯ

В последних главах мы видим, как наука движется вперед огромными шагами. Очевидно, что новая эра уже близка. Но мы неправильно поймем дух времени, если не поймем, что посреди всего этого прогресса все еще оставалось место для средневековых суеверий и погони за ложными идеалами. Особенно распространены были две формы псевдонауки — алхимия и астрология. Ни одну из них нельзя с полным основанием назвать наукой, однако обеими занимались многие из величайших научных деятелей того периода. Более того, можно с некоторым основанием сказать, что исследования алхимика заложили фундамент современной науки химии; в то время как астрология была тесно связана с астрономией, хотя ее отношения с этой наукой не столь тесны, как иногда предполагалось.

Точно неизвестно, когда началось изучение алхимии. Он, безусловно, имел очень древнее происхождение, возможно, египетское, но период его наибольшего расцвета пришелся примерно на восьмой век нашей эры - восемнадцатый век. Истории Ветхого Завета легли в основу некоторых странных верований относительно свойств волшебного "эликсира", или "философского камня". Алхимики верили, что большинство допотопных людей, возможно, все они, обладали знаниями об этом камне. Как иначе они могли продлить свою жизнь до девяти с половиной столетий? А Моисей, несомненно, был первоклассным алхимиком, о чем свидетельствует история о Золотом Тельце.⁽¹⁾ После того, как Аарон сделал золотого тельца, Моисей выполнил гораздо более сложную задачу- растер его в порошок и "рассыпал по водам", показывая таким образом, что он превратил его в какое-то более легкое вещество.

Но допотопные жители и библейские персонажи были не единственными людьми, которые, как считалось, открыли вождеденный "эликсир". Сотням престарелых средневековых химиков приписывали это открытие, и считалось, что благодаря ему они будут жить на протяжении веков. Например, Алайес де Лиль, умерший в 1298 году в возрасте 110 лет, предположительно был при смерти в возрасте пятидесяти, но как раз в это время он сделал удачное открытие волшебного камня и, таким образом, продолжал жить в здравии и достатке еще шестьдесят лет. А Де Лиль был всего лишь одним случаем из сотен.

Пожилой и богатый алхимик мог с кажущейся убедительностью утверждать, что он продлевал свою жизнь с помощью своей магии; в то время как молодой человек мог утверждать, что, зная великую тайну, он сохранял себя молодым на протяжении веков. В любом случае такому заявлению или слуху об образованном и богатом алхимике, вероятно, поверили бы, особенно среди незнакомцев; и поскольку такой человек, конечно, был бы объектом пристального внимания, это заявление часто делалось людьми, стремящимися к дурной славе. Одним из самых знаменитых таких самозванцев был некий граф де Сен-Жермен, который был связан со двором Людовика XV. Его заявления имели большой вес, потому что, по-видимому, не имея средств к существованию, он продолжал жить в достатке год за годом — в течение двух тысяч лет, как он сам признавал, — с помощью волшебного камня. Если в какой-то момент его заявления вызывали сомнение, он имел привычку обращаться за подтверждением к своему камердинеру, который также находился под воздействием эликсира жизни.

"Однажды за ужином его хозяин рассказывал группе леди и джентльменов о своем разговоре в Палестине с королем Англии Ричардом I. Которого он описал как своего самого близкого друга. На лицах собравшихся были заметны признаки удивления и недоверия, после чего Сен-Жермен очень хладнокровно повернулся к своему слуге, стоявшему за его стулом, и спросил его, не сказал ли он правду. "Я действительно не могу сказать, - ответил человек, не шевельнув ни единым мускулом. - Вы забываете, сэр, что я всего пятьсот лет состою у вас на службе". "Ах, верно, - сказал его хозяин, - теперь я вспомнил; это было незадолго до твоего появления!"(2)

Во времена Сен-Жермена, всего немногим более века назад, вера в алхимию почти исчезла, и его необыкновенные рассказы, вероятно, рассматривались в свете забавных историй. Тем не менее, несомненно, у многих в умах оставалось подозрение, что этот человек обладает какой-то особенной тайной. Несколькими веками ранее его рассказы вряд ли подверглись бы сомнению, поскольку в то время вера в существование этого волшебного "чего-то" была настолько сильна, что поиск этого стал почти манией; и как только человеком овладевало это, он рисковал здоровьем, положением и самой жизнью в погоне за желанной ставкой. Пример этого можно увидеть на примере Альберта Великого, одного из самых образованных людей своего времени, который, как говорят, оставил свой пост епископа Ратисбонского, чтобы продолжить свои исследования в области алхимии.

Если бы самопожертвования было недостаточно для получения приза, естественно последовало бы преступление, поскольку не могло быть предела ставкам в этой игре. Печально известный Марешаль де Рейс, не сумевший найти вожденный камень обычными методами лабораторных исследований, был убежден самозванцем, что, если он умилюстит дружбу дьявола, тайна будет раскрыта. С этой целью Де Рейс начал тайно захватывать маленьких детей, когда они проходили мимо его замка, и убивать их. Когда его наконец привлекли к ответственности, было доказано, что за три года он убил около сотни детей. Так, по крайней мере, гласит одна из версий истории этого извращенного существа.

Естественно, монархи, постоянно нуждавшиеся в средствах, были заинтересованы в этих алхимиках. Даже трезвая Англия не избежала этого, и Раймонд Люлли, один из самых известных алхимиков тринадцатого и четырнадцатого веков, как говорят, был тайно приглашен королем Эдуардом I (или II.) покинуть Милан и поселиться в Англии. По некоторым данным, в его пользование были предоставлены апартаменты в Лондонском Тауэре, где он, как утверждается,

заработал для монарха около шести миллионов фунтов стерлингов из железа, ртути, свинца и олова.

Сообщается, что папа Иоанн XXII, друг и ученик алхимика Арнольда де Вильнева, научился секретам алхимии у своего учителя. Позже он выпустил две буллы против "притворщиков" в искусстве, которые, отнюдь не демонстрируя его неверия, были процитированы алхимиками как доказательство того, что он отличал притворщиков от истинных мастеров магии.

Современному человеку трудно понять образ мыслей алхимика. Возможно, возможно представить себе животных или растения, обладающих душой, но ранние алхимики приписывали то же самое — или что-то родственное этому - и металлам. Более того, точно так же, как растения прорастают из семян, предполагалось, что металлы тоже должны прорасти, и, следовательно, постоянный рост металлов в земле. Чтобы доказать это, алхимик привел случаи, когда по прошествии времени были обнаружены ранее истощенные золотые рудники, содержащие новые количества золота. "Семена" оставшихся частиц золота размножались и увеличивались. Но этот процесс прорастания мог происходить только при благоприятных условиях, точно так же, как семя растения должно иметь надлежащее окружение, прежде чем прорасти; и считалось, что действие философского камня должно ускорить этот процесс, подобно тому, как человек может ускорить рост растений искусственными средствами. Золото считалось самым совершенным металлом, а все остальные металлы - несовершенными, потому что еще не "очищены". Некоторые алхимики считали их прокаженными, которые, излечившись от своей проказы, превращались в золото. И поскольку природа хотела, чтобы все вещи были совершенными, целью алхимика было помочь ей в этом процессе очищения, а заодно и разбогатеть и продлить свою жизнь.

Другими алхимиками процесс перехода из неблагородных металлов в золото рассматривался как процесс созревания плода. Созревший продукт был золотым, в то время как зеленые плоды на различных стадиях зрелости были представлены неблагородными металлами. Серебро, например, было более зрелым, чем свинец; но разница заключалась лишь в "переваривании", и считалось, что при дальнейшем "переваривании" свинец может сначала превратиться в серебро, а со временем и в золото. Другими словами, природа не завершила свою работу и в лучшем случае выполняла ее прискорбно медленно; но человек, с его превосходящими способностями, должен был ускорить процесс в своих лабораториях — если бы только он мог найти правильный метод для этого.

Не следует делать вывод, что алхимик приступил к выполнению своей задачи по оказанию помощи природе случайным образом и без обучения различным алхимическим лабораторным методам. Напротив, обычно он долго обучался основам своего призвания. Он был вынужден изучить в общих чертах многие из тех же вещей, которые должны быть поняты либо в химических, либо в алхимических лабораториях. Общее знание о том, что некоторые жидкости испаряются при более низких температурах, чем другие, и что, например, точки плавления металлов сильно различаются, было так же необходимо для алхимии, как и для химии. Знание общей структуры, или природы, материалов было почти таким же для алхимика, как и для химика, и, если уж на то пошло, многие эксперименты по обжигу, дистилляции и т.д. Были практически идентичны.

Для алхимика существовало три принципа — соль, сера и ртуть, — и источниками этих принципов были четыре стихии — земля, вода, огонь и воздух. Эти четыре элемента

ответственны за каждое вещество в природе. Некоторые эксперименты, доказывающие это, были настолько иллюзорными и в то же время казались такими простыми, что неудивительно, что потребовались столетия, чтобы опровергнуть их. То, что вода состоит из земли и воздуха, казалось, было легко доказать простым процессом кипячения ее в чайнике, поскольку оставшийся осадок, очевидно, был землистым веществом, тогда как выходящий пар должен был быть воздухом. Тот факт, что чистая вода не оставляет следов, был продемонстрирован только после того, как алхимия практически перестала существовать. Можно было также продемонстрировать, что воду можно превратить в огонь, сунув раскаленную докрасна кочергу под стеклянный колпак, в котором стояла миска с водой. Мало того, что количество воды уменьшалось, но, если под стакан подсовывали зажженную свечу, содержимое воспламенялось и сгорало, доказывая, по-видимому, что вода превратилась в огонь. Эти и десятки других подобных экспериментов казались настолько легко объяснимыми и настолько хорошо согласовывались с теорией "четырех элементов", что они редко подвергались сомнению вплоть до более поздней эпохи индуктивной науки.

Но был один эксперимент, к которому алхимик приложил свою веру, показав, что металлы можно "убить" и "оживить", если использовать надлежащие средства. Уже много веков было известно, что если какой-либо металл, кроме золота или серебра, прокалывать в открытом тигле, то через некоторое время он превращается в своеобразный пепел. Алхимик считал, что этот пепел символизирует смерть металла. Но если к той же золе добавить несколько зерен пшеницы и снова нагреть тигель, было замечено, что металл "восстает из пепла" и принимает свою первоначальную форму — хорошо известное явление восстановления металлов из оксидов с использованием углерода в виде пшеницы или, если уж на то пошло, любого другого углеродсодержащего вещества. Таким образом, пшеница была сделана символом воскресения вечной жизни. Овес, кукуруза или кусочек древесного угля одинаково хорошо "возродили" бы металлы из пепла, но средневековый алхимик, похоже, не знал этого. Однако в этом эксперименте металл, казалось, действительно был разрушен и оживлен, и, поскольку наука еще не объяснила это поразительное явление, неудивительно, что оно обмануло алхимика.

Поскольку алхимики продолжали свои поиски волшебного камня таким методичным образом, казалось бы, они должны были иметь некоторое представление о внешнем виде вещества, которое они искали. Вероятно, они так и делали, каждый в соответствии со своими ментальными пристрастиями; но, если это и так, они редко посвящали себя писательству, ограничиваясь в основном рассуждениями о свойствах этой иллюзорной субстанции. Более того, стремление к секретности помешало бы им поделиться столь важной информацией. Но по поводу свойств, если не по поводу внешнего вида "сущности", они были объемистыми писателями. Предполагалось, что это единственная совершенная субстанция из существующих и что она содержится в различных субстанциях в количествах, пропорциональных состоянию совершенства субстанции. Таким образом, золото, будучи наиболее близким к совершенству, содержало бы больше, серебро - меньше, свинец - еще меньше и так далее. Считалось, что "эссенция", содержащаяся в более совершенных металлах, обладает большей силой, поскольку очень небольшое ее количество способно производить большое количество золота и продлевать жизнь на неопределенный срок.

Из многих трудов алхимиков следует, что их концепция природы и сверхъестественного была настолько запутанной и запутанной в необъяснимой философии, что они сами на самом деле не понимали значения того, что пытались донести. Но не следует забывать, что алхимия

максимально скрывалась от невежественной широкой публики, и сами алхимики обладали знанием секретных слов и выражений, которые передавали определенное значение одному из них, но которые постороннему показались бы бессмысленной мешаниной. Некоторые из этих авторов открыто заявляли, что их произведения были предназначены для создания совершенно ошибочного впечатления и были разосланы только с этой целью.

Однако, хотя, возможно, и верно, что причуды их произведений были сделаны намеренно, этот случай, вероятно, правильнее объяснить, сказав, что сама природа искусства делала невозможными определенные утверждения. Они имели дело с чем-то, чего не существовало — не могло существовать. Таким образом, их попытки описания стали языком романтики, а не языком науки.

Но если сами алхимики обычно хранили молчание относительно внешнего вида фактического вещества философского камня, то было бесчисленное множество других авторов, которые были менее сдержанны. Одни считали, что это камень, другие - жидкость или эликсир, но чаще его описывали как черный порошок. Он также обладал разной степенью эффективности в зависимости от степени своей чистоты, только некоторые формы обладали способностью превращать неблагородные металлы в золото, в то время как другие давали вечную молодость и жизнь или различную степень здоровья. Таким образом, алхимик, сделавший частичное открытие этого вещества, мог продлить жизнь только на определенное количество лет, или, обладая лишь небольшим и недостаточным количеством волшебного порошка, он был вынужден испустить дух, когда действие этого небольшого количества прошло.

Эта вера в сверхъестественную способность философского камня продлевать жизнь и исцелять болезни, вероятно, была более поздней фазой алхимии, возможно, развившейся в результате попыток связать силу таинственной сущности с библейскими учениями. Ранние римские алхимики, утверждавшие, что способны преобразовывать металлы, похоже, не предъявляли других претензий к своему волшебному камню.

К пятнадцатому веку вера в философский камень стала настолько устойчивой, что правительства начали беспокоиться, как бы какой-нибудь счастливый обладатель секрета не наводнил страну золотом, что сделало бы существующую монету малоценной. Некоторое утешение находили в мысли, что в случае превращения всех неблагородных металлов в золото железо тогда стало бы "драгоценным металлом" и оставалось бы таковым до тех пор, пока не был бы найден какой-нибудь новый философский камень, способный превращать золото обратно в железо - считалось, что это гораздо более трудный подвиг. Однако на всякий случай английский парламент в 1404 году счел нужным принять закон, объявляющий изготовление золота и серебра уголовным преступлением. Тем не менее, в 1455 году король Генрих VI разрешил нескольким "рыцарям, гражданам Лондона, химикам и монахам" найти философский камень, или эликсир, чтобы корона могла таким образом расплатиться со своими долгами. Предполагалось, что монахи и священнослужители с наибольшей вероятностью откроют секретный процесс, поскольку "они были такими хорошими мастерами в пресуществлении хлеба и вина".

В Германии императоры Максимилиан I, Рудольф II и Фридрих II уделяли значительное внимание поискам, и поданному ими примеру последовали тысячи их подданных. Говорят, что некоторые аристократы завели неприятный обычай приглашать ко двору людей, которые, как считалось, нашли камень, а затем заключать бедных алхимиков в тюрьму до тех пор, пока они

не добудут определенное количество золота, стимулируя их деятельность пытками самого зверского рода. Таким образом, опасность быть заключенным в тюрьму и удерживаемым до получения выкупа до тех пор, пока не будет добыто какое-то баснословное количество золота, стала постоянной угрозой алхимику. Алхимику было бесполезно ссылаться на бедность, как только поднялся шум о том, что он узнал секрет. Ибо как мог такой человек быть бедным, когда с помощью куска металла и нескольких крупинок волшебного порошка он мог обеспечить себя золотом? Таким образом, это был действительно безрассудный алхимик, который осмелился похвастаться тем, что сделал желанное открытие.

Судьба некоего неосмотрительного алхимика, которого многие принимали за шотландца Сетона, не была чем-то необычным. Когда курфюрсту Саксонии стало известно, что этот алхимик находится в Дрездене и хвастается своими способностями, курфюрст приказал арестовать его и заключить в тюрьму. Сорок стражников были выставлены для того, чтобы следить за тем, чтобы он не сбежал и чтобы никто не навещал его, кроме самого курфюрста. Некоторое время курфюрст пытался с помощью аргументов и убеждения проникнуть в его тайну или побудить его заработать определенное количество золота; но поскольку Сетон упорно отказывался, его подвергли пытке на дыбе, и в течение нескольких месяцев он подвергался пыткам, пока, наконец, не превратился в скелет, его спас соперничающий кандидат курфюрста, поляк по имени Майкл Сендивогинс, который накачал охранников наркотиками. Однако, прежде чем Сетон смог "убедить" своего нового похитителя, он скончался от полученных травм.

Но Сендивогинс также был амбициозен в алхимии, и, поскольку Сетон был вне его досягаемости, он сделал следующий лучший шаг и женился на его вдове. От нее, как гласит история, он получил унцию черного порошка — настоящего философского камня. С его помощью он изготовил огромное количество золота, даже пригласив императора Рудольфа II. увидеть, как он сотворил чудо. Этот монарх был настолько впечатлен, что велел вделать табличку в стену комнаты, в которой он видел изготовление золота.

Несчастье с Сетоном научило Сендивогинса осмотрительности, поэтому он принял меры предосторожности и во время поездок прятал большую часть драгоценного порошка в потайном отделении своей кареты, имея при себе лишь небольшое количество, которое его управляющий носил в золотой шкатулке. Говорят, что в особо опасных местах он менялся одеждой со своим кучером, заставляя слугу занять его место в экипаже, пока сам забирался на козлы.

Примерно в середине семнадцатого века алхимия пустила такие прочные корни в религиозной сфере, что стала основой секты, известной как розенкрейцеры. Название произошло от учения немецкого философа Розенкрейца, который, будучи исцелен от опасной болезни арабом, предположительно обладавшим философским камнем, вернулся домой и собрал вокруг себя избранную группу друзей, которым он поделился секретом. Эта секта быстро приобрела известность и, по крайней мере, на короткое время произвела сенсацию в Европе, и кто-то ей приписывали "утонченную и одухотворенную" алхимию. Но к концу семнадцатого века их число сократилось до жалкой горстки, и с тех пор они не оказывали большого влияния.

Другой и более ранней религиозной сектой были ауреакрейцеры, основанные Якобом Беме, сапожником, родившимся в Пруссии в 1575 году. Согласно его учению, философский камень мог быть обнаружен путем тщательного изучения Ветхого и Нового Заветов, и в особенности Апокалипсиса, который содержал все секреты алхимии. Эта секта нашла довольно много

последователей при жизни Беме, но постепенно вымерла после его смерти; однако не раньше, чем многие из ее членов были замучены за ересь, а по крайней мере один, Кульман из Москвы, сожжен как колдун.

Названия различных веществ, которые, как считалось, в разное время содержали большие количества "эссенции" в течение многих столетий ее поиска, образуют список практически всех веществ, которые были известны, открыты или изобретены в этот период. Некоторые верили, что это вещество содержится в кислотах; другие искали его в минералах или в продуктах животного или растительного происхождения; в то время как третьи искали его среди дистиллированных "спиртных напитков" — алкогольных напитков и дистиллированных продуктов. С введением арабами алкоголя это вещество приобрело всепоглощающий интерес и долгое время внушало алхимикам веру в то, что с его помощью они вскоре будут вознаграждены. Они исправляли и утончали его до тех пор, "пока иногда оно не становилось настолько сильным, что разбивало сосуды, его содержащие", но все равно оно утрачивало свою магическую силу. Позже его заменили бренди, а от него, в свою очередь, отказались ради более поздних открытий.

Конечно, всегда существовало два класса алхимиков: серьезные исследователи, в честности которых нельзя было сомневаться, и ловкие самозванцы, чьи уловки, вероятно, были в значительной степени ответственны за распространение веры в существование философского камня. Иногда алхимик практиковал и то, и другое, используя прибыль от своей ловкости рук, чтобы добыть средства для проведения своих серьезных алхимических исследований. Обман некоторых из этих фокусников вводил в заблуждение даже самых умных и образованных людей того времени и таким образом поддерживал постоянно горящее пламя надежды. Эпоха холодного расследования еще не наступила, и легко понять, как беспринципный средневековый Герман или Келлар могли полностью ввести в заблуждение даже самых умных и вдумчивых ученых. Высмеивая доверчивость такого века, не следует забывать, что "Кили мотор" был иллюзией конца девятнадцатого века.

Но задолго до того, как вера в философский камень угасла, методы алхимиков-обманщиков были исследованы и о них официально сообщили группы людей, назначенных для проведения таких исследований, хотя потребовалось несколько поколений, чтобы полностью опровергнуть суеверие, которое передавалось на протяжении нескольких тысяч лет. В апреле 1772 года меcье Жоффруа сделал доклад Королевской академии наук в Париже об алхимических уловках, главным образом шестнадцатого и семнадцатого веков. В этом отчете он объясняет многие, казалось бы, удивительные подвиги недобросовестных алхимиков. Очень распространенной формой обмана было использование тигля с двойным дном. Медный или латунный тигель был покрыт изнутри слоем воска, искусно раскрашенного так, чтобы он напоминал обычный металл. Однако между этим слоем воска и дном тигля находился слой золотой пыли или серебра. Когда алхимик желал продемонстрировать свое могущество, ему достаточно было поместить немного ртути или любого другого вещества, которое он выбирал, в тигель, нагреть его, бросить туда одну-две крупинки какого-нибудь таинственного порошка, произнести несколько не менее загадочных фраз, чтобы произвести впечатление на свою аудиторию, и, вот, на дне его горшка обнаруживался кусочек драгоценного металла. Это был излюбленный метод посредственных исполнителей, но его, конечно, было легко обнаружить.

Столь же успешным, но более сложным способом было незаметно вставить в смесь кусок металла, используя обычный тигель. Это требовало большой ловкости, но было облегчено использованием множества таинственных церемоний со стороны оператора во время исполнения, подобно тому, как современный исполнитель водевиля отвлекает внимание зрителей на свою правую руку, в то время как его левая занята трюком. Подобные церемонии не подвергались сомнению, поскольку было распространено убеждение, что весь процесс "лежит в духе в той же степени, что и в субстанции", и многие, как мы видели, рассматривали весь процесс как божественное проявление.

Иногда для перемешивания смеси в тигле использовался полый стержень, содержащий золотую пыль, конец которого был заткнут либо воском, либо мягким металлом, который легко расплавлялся. И снова использовались кусочки свинца, которые были заткнуты кусками золота, тщательно покрытыми сверху; и очень простой и впечатляющей демонстрацией было использование золотого самородка, который был покрыт ртутью и потускнел так, что напоминал свинец или какой-либо другой неблагородный металл. Когда его бросали в кислоту, покрытие удалялось химическим воздействием, оставляя блестящий металл на дне сосуда. Очевидно, что для выполнения некоторых из этих трюков алхимик должен был быть хорошо снабжен золотом, поскольку некоторые из них, выступая перед королевской аудиторией, раздавали изделия своим посетителям. Но это всегда было выгодным вложением средств, поскольку, как только его репутация укреплялась, золотопромышленник находил бесконечное разнообразие способов использовать свои предполагаемые знания для отчетности, часто наживая огромное состояние.

Некоторые из самых умных шарлатанов часто приглашали королевских особ или других выдающихся гостей принести с собой железные гвозди для превращения их в золотые. Они были преобразованы в алхимическом тигле на глазах у посетителей, жонглер ловко извлек железный гвоздь и незаметно вставил золотой. Не имело большого значения, отличался ли переделанный золотой гвоздь по размеру и форме от оригинала, поскольку это изменение формы можно было отнести на счет процесса трансмутации; и даже очень критически настроенные люди вряд ли могли придираться к произведенной таким образом замене. Более того, считалось, что золото обладает свойством изменять свой объем при определенных условиях, некоторые из наиболее консервативных алхимиков утверждали, что количество золота только увеличивается, но не обязательно создается определенными формами волшебного камня. Таким образом, считалось, что очень опытный оператор способен превратить крупицу золота в фунт чистого металла, в то время как один менее опытный мог только удвоить или, возможно, утроить его первоначальный вес.

Фактическое количество полезных открытий, ставших результатом усилий алхимиков, значительно, некоторые из них имеют неисчислимую ценность. Роджер Бэкон, живший в тринадцатом веке, посвящая большую часть своего времени алхимии, сделал такие ценные открытия, как, по крайней мере, теория телескопа и, вероятно, пороха. Относительно этого последнего мы не можем быть уверены, что открытие было его собственным и что он не узнал о нем из источника старых рукописей. Но не является ни невозможным, ни невероятным, что он, возможно, наткнулся на смесь, из которой изготавливается взрывчатка, во время поисков философского камня в своей лаборатории. "Фон Гельмонт в том же стремлении открыл свойства газа", - говорит Маккей; "Гебер сделал открытия в химии, которые были не менее важны; а Парацельс, среди своих постоянных видений превращения металлов, обнаружил, что ртуть

является лекарством от одной из самых отвратительных и мучительных болезней, от которых страдает человечество". "Как мы увидим немного дальше, алхимия, наконец, превратилась в современную химию, но только после того, как прошла несколько важных переходных стадий.

АСТРОЛОГИЯ

В общем и целом современную астрономию можно рассматривать как результат астрологии, точно так же, как современная химия является результатом алхимии. Однако вполне возможно, что астрономия старше из двух; но астрология, должно быть, развилась очень скоро после этого. Первобытный астроном, получивший достаточно знаний из своих наблюдений за небесными телами, чтобы делать правильные предсказания, такие как время наступления новолуния, естественно, пришел бы к мысли, что определенные предсказания, отличные от чисто астрономических, можно было бы сделать, изучая небеса. Даже если сам астроном не верил в это, некоторые из его суеверных поклонников поверили бы; ибо ненаучному уму предсказания земных событий наверняка показались бы не более чудесными, чем правильные предсказания будущих движений солнца, луны и звезд. Когда астрономия достигла такой стадии развития, что такие вещи, как затмения, можно было предсказывать с какой-либо точностью, оккультные знания астронома не вызывали сомнений. Неизбежным результатом стало бы использование этого явно оккультного знания в корыстных целях, хотя не подлежит сомнению, что многие астрологи всех эпох были искренни в своих верованиях.

Позже, когда астрологический бизнес стал прибыльным, искренние астрономы сочли целесообразным практиковать астрологию как средство получения средств к существованию. Такой философ, как Кеплер, открыто признавал, что занимался астрологией, "чтобы не умереть с голоду", хотя и не признавался, что верит в подобные предсказания. "Вы, другие философы, - сказал он, - вы осуждаете эту дочь астрономии сверх ее заслуг; разве вы не знаете, что она должна поддерживать свою мать своими чарами".

Как только астрология стала устоявшейся практикой, любые значительные знания астрономии стали ненужными, поскольку, поскольку это была в лучшем случае всего лишь система верного угадывания будущих событий, умные самозванцы могли столь же успешно преуспевать, не утруждая себя изучением астрономии. Однако знаменитые астрологи, как правило, были также астрономами и, несомненно, основывали многие свои предсказания на положении и движениях небесных тел. Таким образом, составление гороскопа, то есть методов, с помощью которых астрологи устанавливали взаимное расположение небесных тел на момент рождения человека, было простой, но довольно точной процедурой. Его основой был зодиак, или путь, прослеживаемый солнцем в его годовом движении через определенные созвездия. В момент рождения ребенка первой заботой астролога было отметить ту конкретную часть зодиака, которая появилась на горизонте. Затем зодиак был разделен на "дома", то есть на двенадцать пространств, на карте. В эти дома были вставлены положения планет, солнца и луны в соответствии с зодиаком. Когда эта таблица была завершена, она составила довольно правильную схему небес и положения небесных тел так, как они предстали бы человеку, стоящему на месте своего рождения в определенное время.

До этого момента этот процесс был простым астрономическим процессом. Но следующий шаг — действительно важный — интерпретация этой карты - потребовал от астролога умения и воображения. В этой интерпретации, а не в простых наблюдениях, заключался секрет его успеха. Его задача не ограничивалась простым предсказанием будущих событий, которые

должны были произойти в жизни новорожденного младенца. Он должен был не только указать на опасности, но и показать средства, с помощью которых их можно было предотвратить, и его профилактические меры, как и его предсказания, якобы основывались на его чтении звезд.

Но составление гороскопа во время рождения ребенка было, конечно, лишь малой частью обязанностей астролога. К нему в офис обращались люди всех возрастов, чтобы узнать о своем будущем, передвижениях врага, где найти украденные товары и множестве повседневных происшествий. В таких случаях более чем вероятно, что астрологи очень мало консультировались со звездами при составлении своих предсказаний. Они стали опытными физиономистами и превосходными знатоками человеческой природы и, таким образом, могли предсказывать будущее с той же проницательностью и теми же методами, что и современные "медиумы", хироманты и гадалки. Чтобы укрепить веру в их силы, стало обычным делом, когда после важного события таинственным образом обнаруживался какой-нибудь предположительно утерянный документ астролога, который якобы предсказывал это самое событие. У астрологов также было обычной практикой сохранять свои оригинальные карты или иметь к ним доступ, время от времени умело изменяя их в соответствии с условиями.

Опасности, сопутствующие астрологии, были такого характера, что участь астролога, скорее всего, была какой угодно, только не завидной. Как и в случае с алхимиком, чем выше репутация астролога, тем большей опасности он, вероятно, подвергался. Если бы он стал настолько знаменит, что его наняли короли или вельможи, его слишком правдивые или слишком ложные пророчества, вероятно, принесли бы ему дурную славу — даже подвергли бы опасности его жизнь.

На протяжении всего темного века астрологи процветали, но шестнадцатый и семнадцатый века были золотым веком этих самозванцев. Искусный астролог был столь же необходим правительству, как и высшее должностное лицо, и действительно, это был бы смелый монарх, который предпринял бы любую важную экспедицию, если бы она не была санкционирована правящими звездами в интерпретации этих чиновников.

Однако не следует понимать, что вера в астрологию умерла с появлением доктрины Коперника. Конечно, очень скоро после этого она отделилась от астрономии и, несомненно, во многом утратила свой престиж среди ученых. Но это нельзя считать полностью ушедшим в прошлое даже сегодня, и даже если мы оставим в стороне уличных "астрологов" и гадалок, чьи знаки можно увидеть в каждом крупном городе, все еще остается довольно большой класс относительно интеллигентных людей, которые верят в то, что они называют "наукой астрологии". Излишне говорить, что таких людей нет среди научных мыслителей; но знаменательно, что едва ли проходит год, чтобы какая-нибудь книга или брошюра не была опубликована каким-нибудь ярым сторонником астрологии, пытающимся с помощью нелогичных догм, характерных для ненаучных мыслителей, доказать, что астрология - это наука. Аргументы, содержащиеся в этих брошюрах, во многом совпадают с аргументами астрологов трехсотлетней давности, за исключением того, что в них отсутствует причудливая форма формулировок, которая является одной из особенностей, придающих интерес более старым документам. Эти брошюры не стоит воспринимать всерьез, но они интересны как пример того, насколько трудно даже в век науки полностью искоренить прочно укоренившиеся суеверия. Вот некоторые из аргументов, выдвинутых в защиту астрологии, взятые из небольшой брошюры, озаглавленной "Подтвержденная астрология", опубликованной в 1898 году: "Будет обнаружено,

что у человека, родившегося, когда Солнце находится в двадцати градусах Скорпиона, левое ухо является его исключительной чертой, а нос (Стрелец) загнут к левому уху. Человек, родившийся, когда Солнце находится в любом из последних градусов Тельца, скажем, в двадцать пятом градусе, будет иметь маленький, острый, безвольный подбородок, изогнутый в сторону Близнецов, две вертикальные линии на верхней губе". (4) Было время, когда наука из всех сил старалась доказать, что подобные утверждения не соответствуют действительности; но это время прошло, и таких авторов обычно относят к тем энергичным, но заблуждающимся людям, которые неспособны отличить логику от софистики.

В Англии, со времен Елизаветы до правления Вильгельма и Марии, судебная астрология была на пике своего развития. После великого лондонского пожара в 1666 году комитет Палаты общин публично вызвал знаменитого астролога Лилли предстать перед парламентом и доложить о его предполагаемом предсказании бедствия, постигшего город. Лилли, по какой-то причине, известной только ему самому, отрицал, что делал такое предсказание, будучи, как он объяснил, "более заинтересованным в определении дел, имеющих гораздо большее значение для будущего благосостояния страны". Некоторых объяснений его интерпретаций будет достаточно, чтобы показать их абсурдность, которая, однако, в то время ни в коем случае не считалась абсурдностью, поскольку Лилли был одним из величайших астрологов своего времени. Он сказал, что в 1588 году греческими буквами было напечатано пророчество, которое в точности предсказывало беды Англии в период с 1641 по 1660 год. "А за ним придет ужасный мертвец, - гласило пророчество, - и с ним член королевской семьи лучшей крови в мире, и у него будет корона, и он наставит Англию на путь истинный и искоренит все ереси". Его интерпретация этого была такова: "Монашество, угасшее более восьмидесяти или девяноста лет назад, а лорда-генерала зовут Монах, - мертвец. Королевская буква G или C (по-гречески это гамма, по-латыни означает C, являясь третьей буквой в алфавите) - это Карл II., который, по своему происхождению, можно сказать, принадлежит к лучшей крови мира".(5)

Это можно рассматривать как прекрасный образец интерпретаций астрологических пророчеств Лилли, но многие из его собственных работ, хотя и несколько более определенные и прямые, все же остаются достаточно расплывчатыми, чтобы позволить его умелым интерпретациям исправить очевидную ошибку. Одним из его известных документов был "Звездный вестник", небольшая брошюра, призванная объяснить феномен "странного появления трех солнц", которые были замечены в Лондоне 19 ноября 1644 года - в годовщину рождения Карла I, тогда правящего монарха. Это явление вызвало большой переполох среди английских астрологов, поскольку пришлось на время больших политических потрясений. Пророчеств было множество, и брошюра Лилли - лишь одна из многих, появившихся в то время, большинство из которых, однако, были утеряны. Лилли в своем предисловии говорит: "Если есть кто-то настолько уклончивый, чтобы думать, что появление этих трех Солнц не предвещает ничего необычного в нашем собственном климате, где они были явно видны, я буду оплакивать их недоумование и считать их мозги неглубокими и неспособными понять человечество или обратить внимание на общую историю".

Простив таким образом своих немногих сомневающихся читателей, которых в его время было отнюдь не большинство, он рассматривает записи о различных появлениях трех солнц в том виде, в каком они происходили в христианскую эру, показывая, как подобные явления совершенно определенным образом влияли на определенные человеческие события. Некоторые из них стоит записать.

"Анно 66. Была замечена комета, а также три Солнца, при которых ты, Флор, президент Иудеев, был ими убит. Павел пишет Тимофею. Христиане предупреждены божественным Оракулом и покидают Иерусалим. Боадис, британская королева, убивает семьдесят тысяч римлян. Возникли Назаряне, подлая секта, которая хвасталась многими откровениями и видениями. Примерно через год после того, как Нерон был объявлен врагом Римского государства."

Снова: "Около 1157 года, в сентябре, были замечены три Солнца вместе при самой ясной погоде, какая только могла быть: А несколькими днями позже, в том же месяце, три Луны, и на Луне, которая стояла посередине, белый Крест. Суэно, король Дании, на большом Пире убивает Канута: сам Суэно убит в погоне за Вальдемаром. Орден отшельников, согласно правилу святого Августина, был основан в этом году; а в следующем папа подчиняется императору: (разве это не было чудом?) Ломбардия также была передана императору".

Продолжая этот список необычных явлений, он останавливается на нескольких годах своего времени.

"В 1622 году в Гейдельберге появились три Солнца. Все мы осознаем прискорбные бедствия, которые с тех пор обрушились на Пфальц, и, насколько я вижу, потерю его навсегда со стороны законного Наследника. В тот год задушен великий турок Осман, а Спинола осаждает Берген-ап-Зум и т. Д."

Подкрепленный перечислением этих прошлых событий, он затем переходит к своим выводам. "Только одно я должен сказать тебе, - пишет он, - что интерпретация, которую я пишу, как я понимаю, основана на вероятных основаниях; и тот, кто доживет до нескольких лет, легко поймет, что я раскрыл столько, сколько было возможно обнаружить, и что мое суждение не было и в полутора милях от истины".

В этом "настолько, насколько было возможно обнаружить" есть огромное значение — нечто таинственное, что Лилли считает целесообразным не разглашать. Но, тем не менее, можно было бы предположить, что он собирался сделать какое-то определенное предсказание относительно Карла I. Поскольку эти три солнца появились в день его рождения и, несомненно, должны были предвещать что-то, касающееся его. Но после бессвязного прочтения многих страниц диссертаций о планетах и пророчествах он, наконец, делает свое собственное неопределенное предсказание.

"О все вы, Императоры, Короли, принцы, Правители и магистраты Европы, это непривычное Явление для некоторых из вас подобно Почерку Даниила; оно предостерегает вас, прежде всего других людей, вовремя примириться с Богом. Каждый из вас будет умным, и каждый из вас вкусит (никто, кроме вас) тяжелую руку Божью, которая укрепит ваших подданных непобедимым мужеством, чтобы подавить ваши дурные правления и притеснения в Церкви или общественном достоянии;... Это общие слова: слово, обозначающее мою собственную страну Англию.... Посмотрите на себя; вот вам какая-то чудовищная смерть. Но кому? что вы скажете? Здесь мы рассматриваем Знак, его Повелителя, и Дом; Солнце означает в этом Королевском Знаке великих; Дом означает пленение, яд, Предательство: из чего вытекает так много, Что какой-то очень великий человек, какой Король, Принц, герцог или что-то подобное, я действительно утверждаю, что совершенно не знаю, придет, скажу я, к такому безвременному концу".(6)

Здесь показан типичный пример астрологического пророчества, которое, кажется, говорит что-то или ничего, в зависимости от точки зрения читателя. По словам сторонника астрологии,

после казни Карла I. Пять лет спустя это могло показаться прямым и точным пророчеством. Например, он говорит: "Вы, короли, принцы и т.д., ... это предвещает вам ... примириться с Богом.... Посмотрите на себя; вот вам какая-то чудовищная смерть.... Что какой-нибудь очень великий человек, какой-нибудь король, принц, придет, я бы сказал, к такому безвременному концу".

Но сомневающемуся может быть показано, что полное пророчество абсолютно неопределенно и применимо как к королю Франции или Испании, так и к Карлу I. или к любому королю в будущем, поскольку определенное время не указано. Более того, Лилли отчетливо заявляет: "Что за король, принц, герцог или что-то в этом роде, я действительно утверждаю, что совершенно не знаю" — последнее, по крайней мере, было наиболее правдивым утверждением. Та же изобретательность, которая сделала "Ген . Монк, "ужасный мертвец", мог легко применить подобное предсказание к казни Карла I. Столь определенное утверждение о том, что в такой-то день через определенное количество лет в будущем монарх Англии будет обезглавлен, — такое точное утверждение вряд ли можно найти ни в одной из работ по астрологии. Следует также иметь в виду, что Лилли принадлежала к партии Кромвеля и была настроена против короля.

После смерти Карла I. Лилли признался, что монарх дал ему тысячу фунтов, чтобы составить его гороскоп. "Я посоветовала ему, - говорит Лилли, - двигаться на восток; он пошел на запад, и весь мир знает результат". К несчастью для дела астрологии, Лилли не упоминала об этом до свержения монарха. Фактически, внезапная смерть или упадок власти любого монарха, даже в наши дни, выявляет постоянные посмертные предсказания астрологов.

Мы видим, как Лилли, противник короля, сделал свое так называемое пророчество о катастрофе короля и его армии. В то же время другой знаменитый астролог и соперник Лилли, Джордж Уортон, также сделал несколько предсказаний относительно исхода богатыми событиями марша из Оксфорда. Уортон, в отличие от Лилли, был сторонником партии короля, но это, конечно, не должно было оказать никакого влияния на его "научное" прочтение звезд. Предсказания Уортона гораздо менее подробны, чем предсказания Лилли, гораздо более ясны и, между прочим, гораздо более неверны в данном конкретном случае. "Лунная Леди 12-го градуса, - написал он, - и движется между 8 градусом, 34 мин., и 21 градусом, 26 мин. о Водолея, дает нам понять, что Его Величество получит большое удовлетворение от определенных сообщений, доставленных ему из-за рубежа; и что он получит некоторую внезапную и неожиданную подпитку ... с помощью некоторых средств, которые соответствуют положению его Врагов: И с учетом этого утешения; что Его Величество будет чрезвычайно успешным в осаде городов, замков или фортов и в упорстве врага.

"Марс, его Секстиль к Солнцу, Владыка Асцендента (который приходится на 18 мая), побудит наших солдат продвигаться вперед с большой готовностью и бодростью духа; показать себя храбрыми в самых опасных попытках.... А теперь подведем итог всему: каждому беспристрастному и непредвзятому суждению совершенно очевидно, что, хотя Его Величество не может рассчитывать на защиту от каждой тривиальной катастрофы, которая может постигнуть его армию, либо из-за чрезмерной самонадеянности, Невежества или небрежности некоторых конкретных лиц (что часто случается и неизбежно в лучшей из армий), тем не менее, несколько положений Небес, должным образом рассмотренных и сопоставленных между собой, как в предварительной Схеме, так и при Ежеквартальных посещениях, обычно делают

Его Величество и всю его Армию неожиданно победоносными и успешными во всех его планах; Поверьте этому (Лондон), ваше величество. Несчастья приближаются, их, похоже, будет много, они велики и прискорбны, и их не отвлечь, если ты вовремя не попросишь Прощения у Бога за то, что поддерживал это нынешнее Восстание, и быстро подчинишься Милосердию твоего Князя; Это будет ежедневной Молитвой Гео. Уортон".(7)

В свете последующих событий вполне вероятно, что авторитет Уортона как астролога не сильно повысился благодаря этому документу, по крайней мере, среди членов королевской семьи. Книга Лилли, с другой стороны, стала любимой в парламентской армии.

После падения и смерти Наполеона было обнаружено множество предположительно подлинных астрологических документов, предсказывающих его гибель. А после смерти Георга IV в 1830 году появился документ (неизвестный, как обычно, до того времени), якобы предсказывающий смерть монарха на сегодняшний день, и это без того, чтобы астролог знал, что его гороскоп составляется для монарха. Полный отчет об этом пророчестве с полной верой приводит Робак, астролог девятнадцатого века. Он говорит:

"В 1828 году незнакомец благородной наружности, преклонный перед жизнью, но обладающий самыми мягкими манерами, прибыл в обитель знаменитого астролога в Лондоне", прося ученого человека предсказать его будущее. Астролог выполнил просьбу таинственного посетителя, составил свои таблицы, сверился со своими эфемеридами и составил гороскоп или небесную карту для часа и момента запроса в соответствии с установленными правилами своего искусства.

Элементы его расчетов были неблагоприятными, и чувство уныния придавало его лицу оттенок серьезной задумчивости, если не уныния.

"Ты высокого положения, - сказал астролог, подсчитывая и глядя на незнакомца, - и знатного титула". Незнакомец грациозно наклонил голову в знак признательности за комплиментарные замечания, и астролог приступил к выполнению своей миссии.

Небесные знаки предвещали беду незнакомцу, который, вероятно, заметив внезапную перемену в выражении лица астролога, нетерпеливо заинтересовался, какую злую или добрую судьбу ниспослали ему небесные светила.

"На первую часть вашего вопроса, - сказал астролог, - я могу с готовностью ответить. Вы были любимцем фортуны; она часто улыбалась вам, но редко хмурилась; у вас были, а возможно, и сейчас есть богатство и власть; невозможность их достижения - единственный предел для исполнения ваших желаний".

"Вы верно говорили о прошлом", - сказал незнакомец. "Я полностью верю в ваши откровения о будущем: что вы скажете о моем паломничестве в этой жизни — короткое оно или долгое?"

"Я сожалею, - ответил астролог в ответ на этот вопрос, - что стал вестником злой, хотя И ВЕРНОЙ судьбы; ваше пребывание на земле будет коротким".

"Насколько короткий?" - нетерпеливо спросил взволнованный незнакомец.

"Дайте мне временное перемирие, - сказал астролог. - Я сверюсь с гороскопом и, возможно, найду какие-нибудь смягчающие обстоятельства".

Бросив взгляд на небесную карту и помолчав несколько мгновений, он с большим сочувствием оглядел лицо незнакомца и сказал: "Мне жаль, что я не могу найти планетарных влияний, которые могли бы воспрепятствовать вашей судьбе — ваша смерть наступит через два года".

"Событие оправдало астрологическое предсказание: Георг IV. умер 18 мая 1830 года, ровно через два года с того дня, как он посетил астролога".(8)

Это очень красивая история, но вряд ли похоже на оккультное озарение, что астролог мог предсказать раннюю смерть человека почти семидесяти лет или догадаться, что его ухоженный посетитель "имел, а возможно, и сейчас обладает богатством и властью". Однако и здесь точка зрения каждого отдельного человека играет определяющую роль в определении важности такого документа. Для ученого это ничего не доказывает; для верующего в астрологию - все. Важно то, что это появилось вскоре ПОСЛЕ смерти монарха.

На Континенте астрологи пользовались еще большим успехом, чем в Англии. Карл Великий и некоторые из его ближайших преемников, конечно, пытались истребить их, но такие правители, как Людовик XI. а Екатерина Медичи покровительствовала и поощряла их, и прошло много лет после времен Коперника, прежде чем их влияние было полностью искоренено даже в официальной жизни. Не может быть никаких сомнений в том, что оттенок истины многим предсказаниям придавал тот факт, что было известно, что очень многие пророчества о внезапных смертях и сильных пожарах сбылись — во многих случаях сбывались благодаря самому астрологу. И вот так получилось, что когда предсказание о большом пожаре в определенное время достигало кульминации в подобном пожаре, много раз происходило второе, но менее важное сожжение, в котором амбициозный астролог или его последователи принимали центральное участие около столба, будучи обвиненными в поджоге, который они совершили для того, чтобы их пророчества могли исполниться.

Но, с другой стороны, заинтересованные друзья иногда использовали эти предсказания, чтобы предупредить определенных людей о приближающейся опасности.

Например, некий астролог предсказал смерть принца Александра Медичи. Он не только предсказал смерть, но и так подробно описал обстоятельства, которые должны были сопровождать ее, и дал такое точное описание убийцы, который должен был убить принца, что его сразу заподозрили в причастности к убийству. Позже, однако, выяснилось, что это, вероятно, было не так; но что какой-то друг принца Александра, зная о заговоре с целью лишить его жизни, убедил астролога предсказать это событие, чтобы принц мог получить своевременное предупреждение и таким образом ускользнуть от заговорщиков.

Причиной упадка астрологии стало растущее распространение нового духа экспериментальной науки. Несомненно, самый прямой удар был нанесен теории Коперника. Как только это было установлено, признание второстепенного места Земли во Вселенной, должно быть, затруднило астрономам дальнейшее обольщение такими совпадениями, которых было достаточно, чтобы убедить наблюдателей более легковверного поколения. Тихо Браге был, возможно, последним выдающимся астрономом, который добросовестно практиковал искусство астролога.

VII. ОТ ПАРАЦЕЛЬСА ДО ГАРВЕЯ

ПАРАЦЕЛЬС

В 1526 году на кафедре Базельского университета появился новый лектор — маленький, безбородый, женоподобного вида человек, — который уже успел воспламенить весь христианский мир своей своеобразной философией, своими революционными методами лечения болезней и своим беспрецедентным успехом в их излечении. Человек, которого впоследствии одни будут помнить как отца современной химии и основателя современной медицины; другие - как сумасшедшего, шарлатана, самозванца; а третьи - как комбинацию всего этого. Этим мягкощеким, женоподобным, ненавидящим женщин мужчиной, сам пол которого подвергался сомнению, был Теофраст фон Гогенгейм, более известный как Парацельс (1493-1541).

Чтобы оценить его работу по достоинству, нужно кое-что знать о жизни этого человека. Он родился недалеко от Мариа-Айнзидельна, в Швейцарии, в семье бедного местного врача. Он начал изучать медицину под руководством своего отца, а позже попал под наставление нескольких ученых церковников. В возрасте шестнадцати лет он поступил в Базельский университет, но, вскоре почувствовав отвращение к философским учениям того времени, он покинул научный мир догм и теорий и уехал жить к шахтерам в Тироле, чтобы из первых рук изучать природу и людей. Обычные методы обучения были отброшены в сторону, и он посвятил свое время личному наблюдению — единственному истинному средству получения полезных знаний, как он проповедовал и практиковал с тех пор. Здесь он познакомился с горным искусством, изучил физические свойства минералов, руд и металлов, а также приобрел некоторые знания о минеральных водах. Что еще более важно, он столкнулся с такими болезнями, ранами и увечьями, которым подвержены шахтеры, и попробовал свои силы в практическом лечении этих состояний, не стесненный традициями профессии, в которой его подготовка была столь скудной.

Приобретая некоторый эмпирический навык в лечении болезней, Парацельс отправился странствовать с места на место по всей Европе, по пути собирая практическую информацию и узнавая все больше и больше о лечебных свойствах растений и минералов. Его скитания длились около десяти лет, по истечении которых он вернулся в Базель, где вскоре был приглашен прочесть курс лекций в университете.

Эти лекции были революционными в двух отношениях — они читались на немецком языке вместо освященной веками латыни, и они были основаны на личном опыте, а не на работах таких авторов, как Гален и Авиценна. Действительно, учитель-иконоборец с открытым пренебрежением отзывался об этих почитаемых мастерах и открыто упрекал своих соучеников-практиков за то, что они следовали их догматам. Естественно, такое учение вызвало бурю неприятия среди врачей старшего поколения, но на какое-то время беспрецедентный успех Парацельса в лечении болезней с лихвой компенсировал его непопулярность. Однако

постепенно его горький язык и грубый характер сделали его настолько непопулярным даже среди его пациентов, что, в конце концов, его свобода и жизнь оказались под угрозой, он был вынужден бежать из Базеля и стал скитальцем. Некоторое время он жил в Кольмаре, Нюрнберге, Аппенцелле, Цюрихе, Пфедферсе, Аугсбурге и ряде других городов, пока, наконец, в Зальцбурге его насыщенная событиями жизнь не подошла к концу в 1541 году. Его враги утверждали, что он умер в таверне от последствий длительного разгула; его сторонники утверждали, что он был убит по наущению соперничавших врачей и аптекарей.

Но влияние его учения пустило прочные корни и продолжало распространяться после его смерти. Он показал ошибочность многих учений о до сих пор стандартных методах лечения болезней и продемонстрировал преимущества независимого рассуждения, основанного на наблюдении. В своем "Магикуме" он приводит причины разрыва с традицией. "Я, - говорит он, - вначале принял эти доктрины, как это сделали мои противники (последователи Галена), но с тех пор, как я увидел, что их методы не приводят ни к чему, кроме смерти, душегубства, анкилозированных конечностей, паралича и так далее, что они считали большинство болезней неизлечимыми поэтому я оставил это жалкое искусство и искал истину в любом другом направлении. Я спросил себя, если бы не существовало такого понятия, как учитель медицины, где бы я мог лучше всего научиться этому искусству? Нет ничего лучше, чем открытая книга природы, написанная собственным перстом Бога ". Однако мы увидим, что эта "книга природы" преподавала Парацельсу несколько очень странных уроков. Скромность не входила в их число. "Теперь, в это время, - заявляет он, - я, Теофраст Парацельс, Напыщенный, Монарх Арканов, был наделен Богом особыми дарами для этой цели, чтобы каждый искатель работ этого величайшего философа был вынужден подражать мне и следовать за мной, будь то итальянец, поляк, галл, немец или кто бы то ни было. Идите сюда вслед за мной, все вы, философы, астрономы и спагиристы.... Я покажу и открою вам... это телесное возрождение".(1)

Парацельс основывал свое медицинское учение на четырех "столпах" — философии, астрономии, алхимии и добродетели врача — довольно странном оборудовании, которое, несомненно, при правильной интерпретации не столь аномально, как кажется на первый взгляд. Философия была "вратами медицины", с помощью которых врач правильно вступал на истинный путь познания; астрономия, изучение звезд, была чрезвычайно важна, потому что "они (звезды) вызывали болезни своими выделениями, как, например, солнце чрезмерным нагревом"; алхимия, как он ее интерпретировал, означала улучшение природных веществ для пользы человека; в то время как добродетель во враче была необходима, поскольку "только добродетельным позволено проникать в самую сокровенную природу человека и вселенной".

Все его труды направлены на содействие прогрессу в медицине и на то, чтобы показать врачу великий идеал его профессии. В этом его взгляды широки и далеко идущие, основанные на отношении, которое человек имеет к природе в целом; но в своих огульных осуждениях он не только отвергал галеновую терапию и галеновую анатомию, но и осуждал вскрытия любого рода. Он возлагал причину всех болезней на три мистических элемента — соль, серу и ртуть. В здоровом состоянии, по его предположению, они смешивались в теле настолько, что были неразличимы; небольшое их разделение вызывало болезнь; и смерть, по его предположению, была результатом их полного разделения. Духовные возбудители болезней, сказал он, не имеют ничего общего ни с ангелами, ни с дьяволами, а являются духами человеческих существ.

Он верил, что вся пища содержит яды и что функция пищеварения заключается в отделении ядовитого от питательного. В желудке находился архей, или алхимик, обязанностью которого было произвести это разделение. При расстройствах пищеварения *archaeus* не справлялся с этой задачей, и яды, таким образом получавшие доступ к системе, "свертывались" и откладывались в суставах и различных других частях тела. Таким образом образовывались отложения в почках и зубной камень на зубах; и каменистые отложения при подагре были особенно известными примерами этого. Все это достаточно провидчески, но показывает, по крайней мере, стремление к рациональным объяснениям жизненных явлений.

Как и большинство других людей его времени, Парацельс твердо верил в доктрину "подписей" — веру в то, что каждый орган и часть тела имеют соответствующую форму в природе, функция которой заключается в исцелении заболеваний органа, на который он похож. Причуды этой своеобразной доктрины слишком многочисленны и сложны для длительного обсуждения и сильно варьируются от поколения к поколению. Однако в целом эту теорию можно резюмировать словами Парацельса: "Как женщину узнают по ее фигуре, так и лекарства". Поэтому врачи постоянно искали какой-нибудь предмет, соответствующий по форме тому или иному органу тела. Наиболее естественным применением этой доктрины было бы использование органов низших животных для лечения соответствующих больных органов человека. Таким образом, болезни сердца должны были лечиться сердцами животных, расстройства печени — печенью и так далее. Но эта, казалось бы, простая форма лечения имела бесконечные модификации и ограничения, поскольку не все животные были полезны. Например, было бесполезно использовать желудок быка при желудочных заболеваниях, когда показанием в таких случаях был желудок крысы. Органы животных также не были единственными "сигнатурами" в природе. Растения также играли очень важную роль, и травники посвящали бесконечный труд поиску таких растений. Таким образом, предполагалось, что кровавый корень с его красным соком полезен при заболеваниях крови, для остановки кровотечений или уменьшения красноты при воспалении.

Однако система подписей Парацельса была настолько усложнена его теориями астрономии и алхимии, что практически находится за пределами понимания. Вполне возможно, что он сам понимал это, но маловероятно, чтобы это понял кто-то другой, как показывают бесконечные дискуссии, которые велись по этому поводу. Но при всех причудах своих теорий он все еще был рационален в своих приложениях и с благой целью атаковал сложные "ружейные" рецепты своих современников, отстаивая более простые методы лечения.

Всегда увлекательная тема электричества, или, более конкретно, "магнетизма", пользовалась у него большим успехом, и с помощью правильно отрегулированных магнитов он утверждал, что способен излечивать многие болезни. Например, при эпилепсии и скрюченной челюсти достаточно было прикрепить магниты к четырем конечностям тела, и тогда, "когда были даны соответствующие лекарства", лечение было произведено. Очевиден простой способ оправдать неудачу на основании неподходящих лекарств, но Парацельс заявляет, что один этот рецепт имеет большую ценность, чем "все юмористы, когда-либо написанные или преподанные".

Поскольку Парацельс осуждал изучение анатомии как бесполезное, он, вполне естественно, рассматривал хирургию в том же свете. В этом отношении он добился бы гораздо большего, если бы изучил некоторых из своих предшественников, таких как Гален, Павел Эгинский и Авиценна. Но вместо того, чтобы "резать людей на куски", он учил, что хирурги выиграют

больше, посвятив свое время поиску универсальной панацеи, которая вылечит все болезни, как хирургические, так и медицинские. В этом мы обнаруживаем налет популярной веры в философский камень и волшебный эликсир жизни, его веру в которые решительно отрицали некоторые из его последователей. Однако он признал, что, возможно, допустима только одна операция — литотомия, или "резка по камню".

Его влияние на медицину, несомненно, основано на его революционном отношении, а не на каких-либо великих или новых открытиях, сделанных им. Многие утверждают, что он широко использовал опиум и ртуть, и если бы это было неоспоримо доказано, его заслуги перед медициной трудно было бы переоценить. Однако, к сожалению, есть веские основания сомневаться в том, что он оказал особое влияние на повторное введение этих лекарств. Его главное влияние, возможно, можно выразить одной фразой — он ниспровергнул старые традиции.

Однако именно усилиям Парацельса, если не фактическим результатам его работы, принадлежит заслуга в том, что он привел в движение цепочку мыслей, которая в конечном итоге превратилась в научную химию. Конечная цель современного химика также не может стремиться к более высокой цели, чем цель этого алхимика шестнадцатого века, который учил, что "истинная алхимия имеет только одну цель - извлечь квинтэссенцию вещей и приготовить арканы, настойки и эликсиры, которые могут вернуть человеку утраченное здоровье".

ВЕЛИКИЕ АНАТОМЫ

Примерно в начале шестнадцатого века, когда Парацельс высмеивал изучение анатомии как бесполезное и использовал против этого свое влияние, на сцену уже вышел первый из великих анатомов, чья работа должна была сделать столетие выдающимся в этой области медицины.

Молодой анатом Шарль Этъен (1503-1564) сделал одно из первых заслуживающих внимания открытий, впервые указав на то, что спинной мозг содержит канал, непрерывный по всей его длине. Он также сделал другие незначительные открытия, имеющие определенную важность, но его исследования были полностью омрачены работами молодого фламандца, который появился на сцене несколько лет спустя и который с таким блеском блистал в медицинском мире, что полностью заслонил работы своего современника много лет спустя. Этим молодым врачом, которому было суждено сделать такую богатую событиями карьеру и встретить столь безвременный конец мучеником науки, был Эндрю Везалий (1514-1564), которого называют "величайшим из анатомов". В то время, когда он пришел в эту область, медицина боролась против господствующих учений Галена и теорий Парацельса, но, возможно, больше всего против суеверий того времени. Во Франции вскрытие человека было сопряжено с такими опасностями, что молодой Везалий перенес сферу своих трудов в Италию, где подобные исследования тайно разрешались, если не одобрялись открыто.

С самого начала молодой Флеминг косо посмотрел на общепринятые учения того времени и начал серию независимых исследований, основанных на его собственных наблюдениях. Результаты этих исследований он изложил в трактате на эту тему, который считается первым всеобъемлющим и систематическим трудом по анатомии человека. Этот замечательный труд был опубликован на двадцать восьмом или двадцать девятом году жизни автора. Вскоре после этого Везалий был приглашен в качестве императорского врача ко двору императора Карла V. Он продолжал действовать в том же качестве при дворе Филиппа II., после отречения своего

покровителя. Но, несмотря на эту королевскую милость, действовал фактор более могущественный, чем влияние самого монарха, — инструмент, который так сильно затормозил научный прогресс и из-за которого так много жизней было преждевременно оборвано.

Везалий получил разрешение от родственников некоего вельможи произвести вскрытие. Во время его наблюдений было замечено учащенное сердцебиение возмущенного тела — так, по крайней мере, сообщалось. Это было немедленно доведено до сведения инквизиции, и только благодаря вмешательству самого короля анатом избежал обычной участи обвиняемых этим трибуналом. Как бы то ни было, он был вынужден совершить паломничество в Святую Землю. Возвращаясь оттуда, он потерпел кораблекрушение и погиб от голода и переохлаждения на острове Занте.

В то самое время, когда анатомические труды Везалия потрясали медицинский мир, одновременно жил и работал другой великий анатом, Евстахий (умер в 1574 году), чьи отчеты о его анатомических исследованиях были готовы к публикации всего через девять лет после публикации работы Везалия. Однако из-за неудачных обстоятельств анатома они так и не были опубликованы при его жизни — фактически, до 1714 года. Когда, наконец, они были представлены миру в виде анатомических гравюр, они убедительно показали, что Евстахий был равен Везалию, если не превосходил его в своих знаниях анатомии. Об этой замечательной коллекции гравюр говорили, что если бы они были опубликованы в шестнадцатом веке, анатомия продвинулась бы вперед по крайней мере на два столетия. Но как бы то ни было, они определенно показывают, что их автор был самым тщательным исследователем и наблюдателем.

Евстахий впервые точно описал определенные структуры среднего уха и заново открыл трубку, ведущую от уха к горлу, которая носит его имя. Он также провел тщательные исследования зубов и феноменов первого и второго прорезывания зубов. Его не сбивала с толку мельчайшая структура, и там, где он не мог изучить их невооруженным глазом, он использовал для этой цели очки и прибегал к мацерации и инъекциям для изучения определенных сложных структур. Но хотя плоды его пера и карандаша были утрачены более чем на столетие после его смерти, результаты его учения остались прежними; и два его ученика, Фаллопий и Колумб, сегодня почти так же хорошо известны, как и их прославленный учитель. Колумб (1490-1559) многое сделал для исправления ошибок, допущенных в анатомии костей, описанной Везалием. Он также внес большой вклад в науку, дав правильные сведения о форме и полостях сердца, и сделал много других открытий второстепенной важности. Фаллопий (1523-1562) значительно пополнил общие знания анатомии, сделал несколько открытий в анатомии уха, а также нескольких органов брюшной полости.

В это время шел самый важный спор о том, снабжены ли вены тел клапанами, и многие анатомы не могли их найти. Этьен первым описал эти структуры, и Везалий подтвердил его наблюдения. Казалось бы, не может быть никаких трудностей в разрешении вопроса о факте наличия таких клапанов в сосудах, поскольку демонстрация настолько проста, что теперь студенты-медики ежедневно проводят ее во всех физиологических лабораториях и анатомических кабинетах. Но многие из великих анатомов шестнадцатого века не смогли продемонстрировать это, даже когда на это обратил их внимание такой авторитет, как Везалий. Фаллопий, писавший Везалию по этому поводу в 1562 году, заявил, что ему не удалось найти такие клапаны. Другие, однако, такие как Евстахий и Фабрициус (1537-1619), были более успешными, они нашли и описали эти

конструкции. Но назначение, которому служили эти клапаны, было совершенно неверно истолковано. То, что они предотвращают обратный ток крови по венам на пути к сердцу, точно так же, как клапаны самого сердца предотвращают регургитацию, было известно со времен Гарвея; но лучшая интерпретация, которую мог дать в то время даже такой человек, как Фабрициус, заключалась в том, что они замедляли ток крови, когда она выходит из сердца, и таким образом предотвращали ее слишком быстрое распределение по телу. Тот факт, что кровь могла направляться к сердцу, а не вытекать из него, по-видимому, никогда не рассматривался всерьез, пока Харви не продемонстрировал это столь убедительно.

Об этом важном и примечательном споре по поводу клапанов в венах Уитингтон может сказать следующее: "Это действительно удивительная история. Великий анатомист Галена первым дает полное и правильное описание клапанов и их функции, но не видит, что требуется какое-либо изменение старого представления о движении крови. Два способных анатома тщательно проверяют свои действия экспериментальным путем и приходят к результату, прямо противоположному истине. По их настоянию два выдающихся анатома современности специально ищут клапаны и не находят их. Наконец, оставляя в стороне более мелкие подробности, пожилой и уважаемый профессор, переживший все это, спокойно утверждает, что ни один анатом, ни древний, ни современный, никогда не упоминал о клапанах в венах, пока он не открыл их в 1574 году!"(2)

Среди анатомов, которые, вероятно, открыли эти клапаны, был Майкл Сервет (1511-1553); но если это вызывает некоторые сомнения, то несомненно, что он открыл и описал легочное кровообращение и имел очень четкое представление о процессе дыхания, происходящем в легких. Описание содержалось в знаменитом документе, отправленном Кальвину в 1545 году, — документе, который реформатор бережно хранил в течение семи лет, чтобы использовать некоторые из содержащихся в нем еретических утверждений для исполнения своего желания предать его автора казни на костре. Ужасная судьба Сервета, интересный характер этого человека и тот факт, что он был так близок к тому, чтобы предвосхитить открытия Харви, делают его одной из самых интересных фигур в истории медицины.

В этом документе, который был отправлен Кальвину, Сервет отверг доктрину о естественном, жизненном и животном духах, содержащихся в венах, артериях и нервах соответственно, и сделал чрезвычайно важное заявление о том, что жидкости, содержащиеся в венах и артериях, одинаковы. Он также показал, что кровь "очищается от паров" и происходит при дыхании в легких, и заявил, что в легких появился новый сосуд, "сформированный из вены и артерии". Даже в наши дни мало что можно добавить или изменить в этом описании Сервета.

Скрывая от мира этот документ, пропитанный передовыми научными взглядами, и в конце концов используя его только как средство уничтожения его автора, великий реформатор проявил такую же ревность к замедлению научного прогресса, как и его заклятые враги инквизиции, по указанию которых Везалий стал мучеником науки и в застенках которого погиб Этьен.

ПРИХОД ХАРВИ

Настало время для кульминационного открытия циркуляции крови; но пока еще никто не определил тот важнейший факт, что в организме есть два кровотока: один идет к сердцу, другой исходит от него. Клапаны в венах, по-видимому, убедительно показывают, что венозный ток

идет не от сердца, и хирурги, должно быть, тысячи раз наблюдали повседневное явление закупорки вен на дистальном конце конечности, вокруг которой была наложена лигатура или сужение любого рода, и одновременное опустошение сосудов в проксимальных точках над лигатурой. Но следует помнить, что индуктивная наука находилась в зачаточном состоянии. Это был шестнадцатый, а не девятнадцатый век, и мало кто из людей научился безоговорочно доверять своим наблюдениям и убеждениям, когда они противоречат существующим доктринам. Однако приближалось время, когда такой человек должен был появиться, и, как и в случае со многими революционными доктринами в науке, этим человеком был англичанин. Уильяму Гарвею (1578-1657) оставалось разгадать великую тайну, которая озадачивала медицинский мир с начала истории; не только разгадать ее, но и доказать свою правоту так убедительно и так просто, что его маленькая брошюра навсегда останется в памяти как один из величайших шедевров ясной и почти безупречной демонстрации.

Харви, сын преуспевающего кентского йомена, родился в Фолкстоне. Его образование началось в начальной школе Кентербери, а позже он стал пенсионером Кайус-колледжа в Кембридже. Вскоре после получения степени бакалавра, в возрасте девятнадцати лет, он выбрал профессию врача и отправился в Падую в качестве ученика Фабриция и Касерия. Вернувшись в Англию в возрасте двадцати четырех лет, он вскоре после этого (1609) добился возвращения должности врача в больницу Святого Варфоломея, причем его ходатайство было поддержано самим Джеймсом I. Уже в то время он был популярным врачом, считая среди своих пациентов таких людей, как Фрэнсис Бэкон. В 1618 году он был назначен чрезвычайным врачом короля, а чуть позже - обычным врачом. Он присутствовал при Карле I. в битве при Эджхилле в 1642 году, где вместе с юным принцем Уэльским и герцогом Йоркским, укрывшись под живой изгородью, он вытащил из кармана книгу и, забыв о битве, погрузился в изучение, пока, наконец, пушечные ядра вражеской артиллерии не заставили его искать более защищенную позицию.

После падения правления Карла I. он оставил практику и жил на пенсии со своим братом. В то время он был уже в преклонных годах, но все еще продолжал свои научные исследования с той же энергией, что и прежде, направляя свое внимание главным образом на изучение эмбриологии. 3 июня 1657 года на него напал паралич, и он умер на восьмидесятом году жизни. Он дожил до того, что несколько лет назад его теория кровообращения была принята всеми выдающимися анатомами цивилизованного мира.

Проницательность в наблюдении за фактами, характерная для ума этого человека, заставила Харви усомниться в истинности существующих доктрин относительно феномена циркуляции. Гален учил, что "артерии наполняются, как мехи, потому что они расширены", но Харви считал, что действие струи крови из разорванного сосуда опровергает это. Ибо струя была непостоянной, "то с большим, то с меньшим толчком", и ее большая сила всегда соответствовала расширению (диастоле), а не сокращению (систоле) сосуда. Более того, было очевидно, что сокращение сердца и артерий не было одновременным, как обычно учили, потому что в этом случае не было бы заметного движения крови в каком-либо направлении; и нельзя было отрицать тот факт, что кровь принудительно продвигалась в определенном направлении, и в этом направлении от сердца.

Исследования Харви заставили его также усомниться в общепринятой теории о наличии пористости в тканевой перегородке, разделяющей два желудочка сердца. Казалось

неразумным предполагать, что такая густая жидкость, как кровь, может проникать через поры, настолько маленькие, что их невозможно продемонстрировать никакими средствами, изобретенными человеком. В доказательство того, что таких отверстий быть не может, он указал, что, поскольку два желудочка сокращаются одновременно, этот процесс скорее затруднил бы, чем облегчил бы такое внутрижелудочковое прохождение крови. Но самым убедительным доказательством из всех был тот факт, что у плода существовало очевидное отверстие между двумя желудочками, и все же оно закрыто в полностью развитом сердце. Почему природа, если она намеревалась, чтобы кровь проходила между двумя полостями, решила закрыть это отверстие и заменить его микроскопическими отверстиями? Несомненно, казалось бы более разумным иметь небольшие перфорации в тонкой, легкопроницаемой мембране плода и отверстие в сердце взрослого человека, а не наоборот. Из всего этого Харви сделал свои правильные выводы, искренне заявив: "Клянусь Геркулесом, таких пористостей не существует, и они не могут быть продемонстрированы".

Убедившись, что никакого внутрижелудочкового отверстия не существует, он приступил к изучению работы самого сердца, не сдерживаемый чрезмерной верой в устоявшиеся теории и, пока, не имея собственной теории. Вскоре он обнаружил, что общепринятая теория о том, что сердце ударяется о стенку грудной клетки в период расслабления, была совершенно неверной, и что его действие было прямо противоположным этому, когда сердце ударяется о стенку грудной клетки во время сокращения. Опровергнув таким образом общепринятую теорию о работе сердца, он занялся вопросом о действии артерий и вскоре смог продемонстрировать с помощью вивисекции, что сокращение артерий не было одновременным с сокращениями сердца. Его эксперименты показали, что эти сосуды были просто эластичными трубками, пульсация которых была "не чем иным, как пульсацией крови внутри них". Он обнаружил, что причина, по которой пульсация артерии не была одновременной с сердцебиением, заключалась во времени, необходимом для прохождения импульса по трубке.

С помощью серии дальнейших тщательных исследований и экспериментов, которые слишком обширны, чтобы приводить их здесь, он вскоре смог дополнительно продемонстрировать действие и течение крови во время сокращений сердца. Его объяснения были практически такими же, как те, что даются сегодня — сначала сокращение ушной раковины, посылающее кровь в желудочек; затем сокращение желудочков, вызывающее пульсацию и посылающее кровь в артерии. Таким образом, он продемонстрировал то, что раньше не было общепринятым, а именно, что сердце является органом для движения крови. Сегодняшнее заявление мало чем отличается от трезвого заявления о том, что земля круглая или что солнце не вращается вокруг нее. Однако до Харви он рассматривался как орган, который "каким-то таинственным образом был источником жизненной силы и тепла, как оживший тигель для приготовления крови и зарождения жизненных сил".(3)

Наблюдая за быстрыми и непрерывными сокращениями сердца, Харви был поражен тем фактом, что, даже если при каждом пульсировании выбрасывается очень небольшое количество крови, огромное количество должно пройти через орган за день или даже за час. Оценив размер полостей сердца и отметив, что с каждым ударом должно выбрасываться не менее драхмы, стало очевидно, что две тысячи ударов, производимых очень медленным человеческим сердцем в час, должны выбрасывать около сорока фунтов крови — более чем в два раза больше, чем во всем организме. Вопрос был в том, что со всем этим стало? Ибо следует помнить, что возвращение крови по венам было неизвестно, и ничто более похожее на

"циркуляцию" не представлялось даже самому Харви более смутно. Как только удалось показать, что вены постоянно возвращают кровь к сердцу, открытие того, что кровь каким-то образом переходит из артерий в вены, было лишь коротким шагом. Харви, прибегнув к вивисекции низших животных и рептилий, вскоре неопровержимо продемонстрировал тот факт, что по венам действительно течет возвратная кровь. "Но это, в частности, можно увидеть яснее, чем при дневном свете", - говорит Харви. "Полая вена входит в сердце в нижней части, в то время как артерия выходит выше. Теперь, если взять полую вену щипцами или большим и безымянным пальцами и перекрыть поток крови на некотором расстоянии ниже сердца, вы сразу увидите, что она почти опорожнена между пальцами и сердцем, кровь истощается из-за сердечной пульсации, сердце в то же время становится намного бледнее даже при расширении, уменьшается в размерах из-за недостатка крови и, наконец, пульсация ослабевает, как будто оно вот-вот умрет. С другой стороны, когда вы освобождаете вену, сердце немедленно восстанавливает свой цвет и размеры. После этого, если вы оставите вену свободной и перевяжете и сдавите артерии на некотором расстоянии от сердца, вы увидите, напротив, что включенная в них часть становится чрезмерно набухшей, сердце становится настолько чрезмерным, приобретая темно-красный цвет, вплоть до синюшности, и в конце концов настолько перегружается кровью, что кажется, что оно вот-вот задохнется; но когда препятствие устранено, оно возвращается к своему нормальному состоянию, по размеру, цвету и движению".(4)

Эта убедительная демонстрация того, что вены возвращают кровь к сердцу, должно быть, произвела наибольшее впечатление на Харви, которого учили верить, что ток крови в венах идет в обратном направлении, и, должно быть, поколебала его веру во все существующие доктрины того времени.

Его следующим шагом было естественное доказательство того, что кровь переходит из артерий в вены. Он убедительно продемонстрировал, что это действительно имело место, но на этот раз его неприятие древних авторов и одного современного было ошибкой. Ибо Гален учил и пытался продемонстрировать, что существуют множества мельчайших сосудов, соединяющих артерии и вены; а Сервет показал, что такие сосуды должны быть, по крайней мере, в легких.

Однако небольшой недостаток в полной в остальном демонстрации Харви ничего не умаляет от главного вопроса, поставленного на карту. Другим, кто последовал за ним, предстояло показать, как именно действуют эти мелкие сосуды, осуществляя перекачку крови из артерии в вену, и общее утверждение о том, что такая перекачка действительно имеет место, было, в конце концов, чрезвычайно важным, а точный метод того, как это происходит, - деталью. Эксперименты Харви, призванные продемонстрировать, что кровь переходит из артерий в вены, изложены настолько просто и сжато, что их лучше всего изложить его собственными словами.

"Я должен здесь процитировать определенные эксперименты, - писал он, - из которых кажется очевидным, что кровь поступает в конечности по артериям и возвращается из них по венам; что артерии - это сосуды, несущие кровь от сердца, а вены - каналы возврата крови к сердцу; что в конечностях и крайних частях тела кровь проходит либо путем анастомоза из артерий в вены, либо непосредственно через поры плоти, либо обоими путями, как уже было сказано, говоря о прохождении крови через легкие; откуда она появляется. проявите, что в кругообороте кровь движется оттуда сюда и, следовательно, туда; от центра к конечностям, а именно, и от крайних

частей обратно к центру. Наконец, на основании циркуляции с теми же элементами, что и раньше, будет очевидно, что их количество не может быть ни учтено при приеме внутрь, ни тем более признано необходимым для питания.

Теперь пусть кто-нибудь проведет эксперимент на руке человека, либо используя такой жгут, который используется при кровопускании, либо крепко обхватив конечность рукой, лучшим объектом для этого будет худощавый человек с широкими венами, и лучшее время после тренировки, когда тело теплое, пульс учащенный, а кровь в больших количествах приливает к конечностям, ибо тогда все более заметно; при таких обстоятельствах пусть на конечность накинута жгут и перетянута как можно туже: сначала будет видно, что за пределами конечности. лигатура ни в запястье, ни где-либо еще артерии не пульсируют, так что в то же время непосредственно над лигатурой артерия начинает подниматься выше при каждой диастоле, пульсировать сильнее и набухать в непосредственной близости от нее своего рода приливом, как будто она стремится прорваться и преодолеть препятствие на пути своего течения; короче говоря, артерия здесь выглядит так, как если бы она была постоянно переполнена. Рука при таких обстоятельствах сохраняет свой естественный цвет и внешний вид; со временем температура ее действительно начинает несколько понижаться, но в нее ничего не ВТЯГИВАЕТСЯ.

После того, как повязка продержится таким образом некоторое время, дайте ей немного ослабнуть, доведите до состояния средней тугости, которое используется при кровотечении, и вы увидите, что вся кисть мгновенно наливается и растягивается, вводится, насыщается кровью, ПЕРЕТЯГИВАЕТСЯ, как сказано, этой средней лигатурой, без боли, или жара, или какого-либо ужаса перед вакуумом, или любой другой причины, на которую пока указано.

Как мы уже отмечали в связи с тугй лигатурой, артерия над повязкой была растянута и пульсировала, а не под ней, поэтому в случае умеренно тугй повязки, наоборот, мы обнаруживаем, что вены ниже, но никогда выше скругления набухают и расширяются, в то время как артерии сжимаются; и степень растяжения вен здесь такова, что только очень сильное давление может вытолкнуть кровь за пределы скругления и вызвать подъем любой из вен в верхней части руки.

"Из этих фактов любому внимательному наблюдателю легко узнать, что кровь поступает в конечность по артериям; ибо, когда они эффективно сжаты, к члену ничего не притягивается; рука сохраняет свой цвет; в нее ничего не втекает и она не растягивается; но когда давление уменьшается, как это происходит с кровотокающим филе, становится очевидным, что кровь мгновенно поступает с силой, потому что тогда рука начинает опухать; это все равно что сказать, что когда артерии пульсируют, кровь течет по ним, как при наложении умеренно тугй лигатуры; но когда они не пульсируют или когда используется тугая лигатура, они перестают что-либо передавать; они только растягиваются над той частью, на которую накладывается лигатура. Вены снова сжимаются, и по ним ничего не может течь; несомненным признаком этого является то, что ниже лигатуры они гораздо более выпуклые, чем над ней, и чем они обычно кажутся, когда на руке нет повязки.

Таким образом, очевидно, что лигатура предотвращает возврат крови по венам к участкам над ней и поддерживает те, что находятся под ней, в состоянии постоянного растяжения. Но артерии, несмотря на давление и под действием силы и импульса сердца, направляют кровь от внутренних частей тела к частям за пределами повязки".(5)

Такое использование лигатур очень важно, потому что, как показано, очень тугая лигатура останавливает кровообращение как в артериях, так и в венах, в то время как свободная, контролируя кровообращение в венах, которые лежат ближе к поверхности и на которые не так непосредственно влияет усилие сердца, не останавливает прохождение крови по артериям, которые обычно глубоко внедрены в ткани и на которые не так легко воздействовать давлением извне.

Последним этапом демонстрации Харви было доказательство того, что кровь действительно течет по венам к сердцу с помощью клапанов, которые были причиной стольких дискуссий между великими анатомами шестнадцатого века. Харви не только продемонстрировал наличие этих клапанов, но и убедительно показал с помощью простых экспериментов, в чем заключается их функция, завершив тем самым демонстрацию феномена кровообращения.

Окончательная визуальная демонстрация прохождения крови из артерий в вены должна была состояться только через четыре года после смерти Харви. Этот процесс, который можно легко наблюдать в перепонке лягушачьей лапки с помощью объектива с низким энергопотреблением, был впервые продемонстрирован Марчелло Мальпиги (1628-1694) в 1661 году. С помощью линзы он впервые увидел маленькие "капиллярные" сосуды, соединяющие вены и артерии в кусочке высушенного легкого. Руководствуясь этим, он исследовал легкое черепахи и смог увидеть в нем прохождение тельцов по этим мельчайшим сосудам, прокладывающих свой путь по этим ранее неизвестным каналам из артерий в вены на обратном пути к сердцу. Таким образом, работа Харви, почти законченная, была сделана великим итальянцем абсолютно целостной. И все это за одно поколение.

ЛЕВЕНГУК ОТКРЫЛ БАКТЕРИИ

Однако семнадцатому веку не суждено было завершиться без еще одного научного открытия, которое в применении к причинности болезней почти два столетия спустя произвело революцию в терапии более полную, чем любое другое открытие. Это было открытие микробов Антониусом фон Левенгуком (1632-1723) в 1683 году. Фон Левенгук обнаружил, что "в белом веществе между его зубами" находятся миллионы микроскопических "животных" — фактически больше, чем "людей в соединенных Нидерландах", и все они "двигаются самым восхитительным образом". Не может быть никаких сомнений в том, что он их видел, поскольку мы можем распознать в его описаниях этих различных форм маленьких "животных" четыре основные формы микробов — длинные и короткие палочки бацилл и бактерий, сферы микрококков и штопорную спириллу.

Присутствие этих микробов во рту сильно раздражало Антониуса, и он перепробовал различные методы избавления от них, например, с помощью уксуса и горячего кофе. Делая это, он даже не подозревал, что опережает современную антисептическую хирургию на столетие и три четверти и пытается сделать то, на что сейчас способна антисептическая хирургия. Ибо фундаментальным принципом антисептики является использование лекарственных средств для избавления ран от подобных микроскопических организмов. Однако фон Левенгук лишь временно преуспел в своих попытках и воспользовался случаем, чтобы сообщить о своем открытии Английскому королевскому обществу, надеясь, что они будут "заинтересованы в этой новинке". Вероятно, так оно и было, но недостаточно для того, чтобы кто-либо из членов организации проводил какие-либо длительные расследования или приходил к каким-либо

удовлетворительным выводам, и весь этот вопрос был практически забыт до середины девятнадцатого века.

VIII. МЕДИЦИНА В ШЕСТНАДЦАТОМ И СЕМНАДЦАТОМ ВЕКАХ

Из полудюжины выдающихся хирургов шестнадцатого века, пожалуй, наиболее широко известен Амбруаз Паре (1517-1590), которого называют отцом французской хирургии. Он прошел путь от простого цирюльника до хирурга при трех французских монархах: Генрихе II, Франциске II и Карле IX. Некоторые из его девизов до сих пор являются главными принципами врача. Среди других: "Тот, кто становится хирургом ради денег, а не ради знаний, ничего не добьется"; и "Испытанное средство лучше, чем только что изобретенное". На его статуе написана скромная оценка его работы по уходу за ранеными: "Je le pansay, Dieu le guarit" — я перевязал его, Бог вылечил его.

Именно при перевязке ран на поле боя он случайно обнаружил, насколько бесполезным и вредным было ужасно болезненное лечение огнестрельных ран с применением кипящего масла, за что выступал Иоанн из Виго. Случилось так, что после одного сражения, в котором было необычайно много жертв, Паре, к своему ужасу, обнаружил, что у хирургов больше нет кипящего масла и что ему придется перевязывать раненых другими, более простыми методами. К его удивлению, результаты оказались вполне удовлетворительными, и с того дня он отказался от обработки горячим маслом.

Поскольку Паре не понимал латыни, он писал свои трактаты по-французски, тем самым положив начало обычаю во Франции, который был заложен Парацельсом в Германии полвека назад. Он вновь ввел использование лигатуры для контроля кровотечения, ввел шов "восьмеркой" при операции по поводу заячьей губы, усовершенствовал многие медико-правовые доктрины и продвинул хирургическую практику в целом. Ему приписывают успешное проведение операции по поводу ущемленной грыжи, но он, вероятно, позаимствовал ее у Питера Франко (1505-1570), который опубликовал отчет об этой операции в 1556 году. Поскольку некоторые считают эту операцию наиболее важной в хирургии, ее первооткрыватель имеет право на большее, чем мимолетное внимание, хотя хирурги его времени презирали и игнорировали его.

Франко был неграмотным странствующим литотомистом - из класса странствующих врачей, на которых обычные практикующие врачи, как правило, смотрели неодобрительно. Но Франко обладал таким мастерством хирурга и, по-видимому, был настолько серьезен в стремлении к тому, что считал законным призванием, что в конце концов преодолел распространенное предубеждение и стал одним из самых оплачиваемых хирургов Бернской республики. Он был первым хирургом, выполнившим операцию надлобковой литотомии — удаления камня через

брюшную полость, а не через промежность. Его произведения, хотя и написаны в неграмотном стиле, дают самые четкие описания любого из ранних современных писателей.

Как слава Франко основана на его операции по продлению человеческой жизни, так и слава его итальянского современника Гаспара Тальякоцци (1545-1599) основана на его операции по повышению комфорта и счастья людей путем восстановления ампутированных носов. В то время, в которое он жил, ампутация носа была очень распространенным явлением, отчасти из-за болезни, но также и потому, что некий папа установил ампутацию этого члена в качестве наказания за воровство. Тальякоцци, вероятно, позаимствовал свою операцию с Востока; но он был первым западным хирургом, который выполнил ее и описал. Слава о его операциях была так велика, что пациенты стекались к нему со всей Европы, и каждый "уходил с таким количеством носов, сколько ему нравилось". Естественно, что человек, направивший свои усилия на восстановление сооружений, которые были снесены по приказу Церкви, многими богословами рассматривался как еретик; и хотя ему удалось обмануть костер или темницу и он умер естественной смертью, в конце концов его тело было выброшено из церкви, в которой оно было похоронено.

В шестнадцатом веке в Германии появился хирург Фабрициус Гильданес (1560-1639), чьи работы выгодно отличаются от работ Паре и чье имя, несомненно, было бы гораздо более известным, если бы обстоятельства того времени, в которое он жил, не затушевывали его заслуги. Слепые последователи Парацельса не могли видеть ничего за пределами учения своего учителя, а катастрофическая Тридцатилетняя война затуманила и затормозила все научные достижения в Германии. В отличие от многих своих коллег-хирургов, Гильданес хорошо разбирался в латыни и греческом; и, вопреки учению Парацельса, он придавал особое значение необходимости для хирурга досконального знания анатомии. У него была помощница в лице его жены, которая тоже была кем-то вроде хирурга, и ей приписывают то, что она первой применила магнит для удаления частиц металла из глаза. Гильданес рассказывает о некоем мужчине, который был ранен маленьким кусочком стали в роговицу, которая сопротивлялась всем его попыткам удалить ее. Понаблюдав некоторое время за бесплодными усилиями Хильданеса, его жене внезапно пришло в голову попытаться извлечь его с помощью куска магнита. Пока врач держал открытыми оба века, его жена попыталась извлечь сталь с помощью магнита, поднесенного вплотную к роговице, и после нескольких попыток ей это удалось, что Хильданес называет одним из преимуществ женатого мужчины.

Хильданес был особенно счастлив в своих изобретениях хирургических инструментов, многие из которых были разработаны для определения местоположения и извлечения различных ракет, недавно введенных в действие на войне.

Семнадцатый век, который был таким процветающим для анатомии и физиологии, не был столь продуктивным для великих хирургов или достижений в хирургии, какими были шестнадцатый или восемнадцатый. Однако по всей линии наблюдалось постепенное улучшение, и большая часть работы, начатой такими хирургами, как Паре и Хильданес, была доведена до совершенства. Возможно, самым прогрессивным хирургом столетия был англичанин Ричард Уайзман (1625-1686), который, как и Харвей, пользовался королевской благосклонностью, находясь на службе у всех королей рода Стюартов. Он был первым хирургом, выступившим за первичную ампутацию конечностей при огнестрельных ранениях, а также за введение лечения

аневризм компрессией; но в целом его оценивают как консервативного хирурга, который предпочитал медикаментозное лечение, а не радикальные операции, где это было возможно.

В Италии Марк Аврелий Северин (1580-1656) и Питер Маркеттис (1589-1675) были ведущими хирургами своей страны. Как и многие его предшественники в Европе, Северин поссорился со Святой инквизицией и бежал из Неаполя. Но об ослаблении мощной руки Церкви свидетельствует тот факт, что он был возвращен единодушным голосом благодарных граждан и жил в безопасности, несмотря на неодобрение теологов.

Нельзя сказать, что шестнадцатый век придал большое значение области практической медицины, и, как и в предыдущие и последующие столетия, он в лучшем случае лишь с трудом продвигался вслед за развитием анатомии, физиологии и хирургии. Однако в семнадцатом веке было сделано по крайней мере одно терапевтическое открытие, которое с тех пор стало неоценимым благом для человечества. Это было введение коры хинного дерева (из которой получают хинин) в 1640 году. Но этот век был плодотворным для многих медицинских СИСТЕМ и мог похвастаться многими великими именами среди медиков, и, в целом, был достигнут значительно больший прогресс, чем в предыдущем столетии.

Из основателей медицинских систем одной из наиболее широко известных является Ян Баптиста ван Гельмонт (1578-1644), эксцентричный гений, который создал собственную систему медицины и какое-то время оказывал значительное влияние. Но в конце концов его системе было суждено прекратить свое существование вскоре после смерти ее автора. Ван Гельмонт был не только врачом, но и знатоком всех других отраслей науки того времени, взявшись за изучение медицины и химии запоздало, но посвятив себя им с величайшим энтузиазмом, как только начал свои исследования. Его отношение к существующим доктринам было таким же революционным, как и у Парацельса, и он отверг учения Галена и всех древних авторов, хотя и сохранил некоторые взгляды Парацельса. Он модифицировал археус Парацельса и добавил к нему множество усложнений. Он верил, что все тело контролируется *archaeus influus*, душа - *archaei insiti*, а они, в свою очередь, контролируются центральным *archeus*. Его система слишком сложна для полного объяснения, но ее главная заслуга перед медициной заключалась во внедрении новых химических методов приготовления лекарств. Таким образом, он был косвенно связан с созданием ятрохимической школы. Именно он первым употребил слово "газ" — слово, придуманное им вместе со многими другими, которые вскоре вышли из употребления.

Принципами ятрохимической школы были использование химических лекарств и теория патологии, отличная от преобладающей "гуморальной" патологии. Основателем этой школы был Сильвиус (Франц де ле Бо, 1614-1672), профессор медицины в Лейдене. Он попытался создать постоянную систему медицины, основанную на недавно открытой теории кровообращения и новой химии, но медики запомнили его имя из-за трещины в мозге (трещина Сильвиуса), которая его носит. Он придавал большое значение причине лихорадки и других заболеваний как возникающей в нарушении процесса брожения в желудке. Доктрины Сильвиуса широко распространились по континенту, но не были общеприняты в Англии, пока не были изменены Томасом Уиллисом (1622-1675), чье имя, как и имя Сильвиуса, увековечено структурой в мозге, названной в его честь, кругом Уиллиса. Описания Уиллисом некоторых нервных заболеваний и описание диабета являются первыми записанными и существенно дополненными к научной медицине. Эти медицинские школы просуществовали до конца семнадцатого века, когда они были окончательно свергнуты Сиденхемом.

Ятрофизическая школа (также называемая ятроматематической, ятромеханической или физиатрической) была основана на теориях физиологии, вероятно, Борелли из Неаполя (1608-1679), хотя Санкториус; Санкториус, профессор из Падуи, был предшественником, если не был непосредственно заинтересован в ее создании. Санкториус обнаружил тот факт, что организм постоянно выделяет "нечувствительный пот", и был поражен, обнаружив, что потеря веса таким способом намного превысила потерю веса за счет всех других выделений организма вместе взятых. Он сделал это открытие с помощью своеобразной весовой машины, к которой был прикреплен стул и в которой он проводил большую часть своего времени. Вполне естественно, что он переоценил важность этого открытия, но, тем не менее, оно имело большое значение для указания на гигиеническую важность ухода за кожей. Он также представил термометр, который, по его мнению, был полезен при лихорадке, но этот прибор, вероятно, был не его собственным изобретением, а позаимствован у его друга Галилея.

Открытие Харви циркуляции крови заложило фундамент ятрофизической школы, показав, что этот жизненно важный процесс сравним с гидравлической системой. В своей работе "О мотивации животных" Борелли впервые попытался объяснить явления жизни и болезни на основе этих принципов. Ятромеханики считали, что основная причина заболеваний связана с различными состояниями эластичности твердых тел тела, препятствующими движению жидкостей, которые сами подвержены изменениям плотности, при этом одно или оба этих состояния продолжают вызывать застой или застойные явления. Школа, основанная таким образом Борелли, была результатом безграничного энтузиазма с сопутствующим ему преувеличением одних явлений и соответствующим принижением других, который естественным образом последовал за таким революционным открытием, как открытие Харви. Имея такого основателя, как блестящий итальянец Борелли, его труды придали ему достаточный импульс, чтобы продвинуть его на некоторое расстояние, прежде чем он окончательно рухнул. Стоит отметить некоторые преувеличенные математические расчеты самого Борелли. Каждый удар сердца, по его расчетам, преодолевает сопротивление, равное ста восьмидесяти тысячам фунтов; современный физиолог оценивает его силу в от пяти до девяти унций!

ТОМАС САЙДЕНХЭМ

Но пока Континент боролся с этими иллюзорными "системами" и увлекался мистическими теориями, которым едва ли суждено было пережить людей, их придумавших, в Англии — "стране здравого смысла", как называл ее немецкий ученый, - появился "холодный, ясный и непредвзятый дух", который в золотой век систем отказался "быть похожим на человека, который строит комнаты на верхнем этаже своего дома до того, как надежно заложит стены фундамента". (1) Этим человеком был Томас Сайденхэм (1624-1689), который был одним из основателей теории здравого смысла. , в то время как великий Харви служил королю в качестве хирурга, сражался в звании капитана парламентской армии. Сиденхэм взял за основу учение Гиппократов, модифицированное в соответствии с достижениями, достигнутыми в научных знаниях со времен великого грека, и установил в качестве стандарта наблюдения и опыт. Его мало заботила теория, если она не подтверждалась практикой, но он придерживался мнения Гиппократов о том, что природа излечивает болезни с помощью врача. Однако он отдавал должное важности роли ассистента. По его мнению, медицину можно продвинуть вперед тремя путями: (1) "Путем точных описаний или естественной истории болезней; (2) путем установления фиксированного принципа или метода лечения, основанного на опыте; (3) путем поиска

специфических средств, которые, по его мнению, должны существовать в значительном количестве, хотя он признает, что пока открыто только одно - перуанская кора". (2) Так получилось, что другое столь же специфическое средство, ртуть, при использовании при определенных заболеваниях, уже было ему известно, но он, очевидно, не признавал его как таковое.

Влияние учения Сиденхэма на будущую медицину было наиболее выраженным, главным образом благодаря его учению о тщательном наблюдении. Однако большинству врачей он теперь запомнился главным образом тем, что ввел в употребление настойку опия, которая до сих пор считается одним из самых ценных лекарственных средств современной фармакопеи. Немец отдает честь представить этот препарат Парацельсу, но англоговорящий мир всегда будет считать, что заслугу следует отдать Сайденхэму.

IX. УЧЕНЫЕ-ФИЛОСОФЫ И НОВЫЕ УЧЕБНЫЕ ЗАВЕДЕНИЯ

Мы видели, что во времена древней Греции не существовало четкой демаркационной линии между сферой деятельности философа и сферой деятельности ученого. Однако в эпоху эллинизма знание стало более специализированным, и в наших последних главах мы познакомились с научными исследователями, чьи усилия были достаточно далеки от нематериальных возможностей философа. Однако не следует упускать из виду, что даже в нынешнюю эпоху были люди, чьи интеллектуальные усилия были в первую очередь направлены на постижение тонкостей философии, но в то же время у них была склонность к строго научному воображению, если не к практическим научным экспериментам. По крайней мере, трое из этих людей имели достаточное значение в истории развития науки, чтобы требовать большего, чем мимолетное внимание. Эти трое - англичанин Фрэнсис Бэкон (1561-1626), француз Рене Декарт (1596-1650) и немец Готфрид Лейбниц (1646-1716). Бэкон, как первый первопроходец, показал путь, по крайней мере теоретически, которым следует изучать науки; Декарт, следуя методам, указанным Бэконом, применил ту же линию абстрактного разума и на практике; в то время как Лейбниц, пришедший несколькими годами позже и имевший преимущество мудрости двух своих великих предшественников, естественно, находился под влиянием обоих в своих взглядах на абстрактные научные принципы.

Карьера Бэкона как государственного деятеля, его ошибки и несчастья как человека нас здесь не касаются. Наш интерес к нему начинается с его поступления в Тринити-колледж в Кембридже, где он занялся изучением всех наук, преподававшихся там в то время. В течение трех лет он все больше и больше убеждался в том, что изучение естественных наук не приносит пользы, пока, наконец, по окончании курса обучения в колледже он не был готов отказаться от старых аристотелевских методов обучения и продвинуть свою теорию индуктивного изучения.

Ибо, хотя он был большим поклонником работ Аристотеля, он убедился, что его методы подхода к изучению были совершенно неправильными.

"Мнение Аристотеля, - говорит он в своем "De Argumentum Scientiarum", - кажется мне небрежным мнением, что из тех вещей, которые существуют по природе, ничто не может быть изменено обычаем; используя, например, то, что если камень бросить десять тысяч раз вверх, он не научится подниматься; и что, часто видя или слыша, мы не учимся видеть или слышать лучше. Ибо, хотя этот принцип верен в вещах, где природа безапелляционна (причину чего мы не можем сейчас обсуждать), все же это иначе в вещах, где природа допускает свободу действий. Ибо он мог бы увидеть, что прямая перчатка будет легче надеваться при использовании; и что палочка при использовании будет гнуться иначе, чем она выросла; и что при использовании голоса мы говорим громче и сильнее; и что при использовании стойкой жары или холода мы переносим это лучше, и тому подобное; причем последние имеют большее сходство с тем предметом поведения, которым он занимается, чем те примеры, на которые он ссылается".(1)

Таковы были его мнения, сформировавшиеся в молодости, когда он учился в колледже, периодически повторявшиеся в более зрелые годы и повторявшиеся и подчеркивавшиеся в старости. Массы фактов должны были быть получены путем непосредственного наблюдения за природой, и из такого накопления фактов должны были быть сделаны выводы. Короче говоря, рассуждения должны были идти от конкретного к общему, а не наоборот.

Таким образом, только своим учением Бэкон внес свой вклад в основание современной науки; и, хотя он постоянно думал и писал на научные темы, он мало способствовал реальным открытиям. "Я только бью в рог, - сказал он, - но я не участвую в битве".

Случай Декарта, однако, иной. Он одновременно протрубил в колокол и вступил в бой. Сам он свободно признает свой долг перед Бэконом за его учение об индуктивных методах исследования, но современная критика ставит его работы в ту же плоскость, что и работы великого англичанина. "Если вы возьмете в руки какой-либо характерный продукт современных способов мышления, - говорит Хаксли, - будь то в области философии или науки, вы обнаружите, что дух этой мысли, если не ее форма, присутствовал в уме великого француза".(2)

Декарт, сын знатной французской семьи, получил образование у учителей-иезуитов. Как и Бэкон, он очень рано пришел к мысли, что методы преподавания и изучения естественных наук ошибочны, но он долго размышлял над этим вопросом в зрелом возрасте, прежде чем изложить в письменном виде свои идеи о философии и науке. Затем, в своем Рассуждении О Методе правильного использования своего Разума и поиска Научной истины, он указал на способ поиска истины. Его центральная идея в этом заключалась в том, чтобы подчеркнуть важность СОМНЕНИЯ и избегания принятия за истину всего, что не допускает абсолютных и безоговорочных доказательств. Придя к этим выводам, он имел перед собой поразительные примеры научных выводов Галилея, а совсем недавно - открытие циркуляции крови Гарвеем. Последнее стало откровением для ученых, сведя этот, казалось бы, оккультный процесс, как это и было на самом деле, к области механических явлений. Те же механические законы, которые управляют небесными телами, как показал Галилей, управляют деятельностью человеческого сердца и, насколько кто-либо знал, каждой части тела и даже самого разума.

Однажды задумав эту идею, Декарт начал серию вскрытий и экспериментов на низших животных, чтобы найти, если возможно, дополнительные доказательства этого общего закона. Для него человеческое тело было просто машиной, сложным механизмом, функциями которого управляли так же, как и любой другой частью механизма. Он сравнил человеческое тело со сложным механизмом, приводимым в действие водопадами и сложными трубами. "Нервы машины, которую я описываю, - говорит он, - вполне можно сравнить с трубами этих водопроводных сооружений; ее мышцы и сухожилия - с другими различными механизмами и пружинами, которые, по-видимому, приводят их в движение; ее животный дух - с водой, приводящей их в движение, источником которой является сердце; в то время как полости мозга являются центральным офисом. Более того, дыхание и другие подобные действия, которые естественны и обычны для тела и которые зависят от движения духа, подобны движению часов или мельницы, которые могут поддерживаться обычным потоком воды".(3)

В таких отрывках, как эти, Декарт предвосхищает идеи физиологии настоящего времени. Он считал, что функции различных органов тел животных и людей выполняются как механизм, к которому в человеке была добавлена душа. Эту душу он обнаружил в шишковидной железе, дегенерирующем и предположительно не функционирующем маленьком органе мозга. В течение многих лет идеи Декарта о функции этой железы придерживались многие физиологи, и только внедрение современной мощной микроскопии свело это тоже к простому механизму и показало, что это, по-видимому, остатки циклопического глаза, когда-то общего у отдаленных предков человека.

Декарт был создателем теории движения вселенной посредством механического процесса - картезианской теории вихрей, — которая в течение нескольких десятилетий после своего обнародования безраздельно господствовала в науке. Именно изобретательность этой теории, а не истинность ее утверждений, все еще вызывает восхищение, поскольку она уже давно была вытеснена. Это, безусловно, было лучшее из существующих на сегодняшний день — лучшее, "что допускали наблюдения того времени", по словам Д'Аламбера.

Согласно этой теории, бесконечная вселенная полна материи, и такого понятия, как вакуум, не существует. Материя, как полагал Декарт, однородна по своему характеру во всей вселенной, и поскольку движение не может происходить ни в одной части полностью заполненного пространства без одновременного движения во всех других частях, существуют постоянные более или менее круговые движения, вихри или водовороты частиц, различающиеся, конечно, по размеру и скорости. В результате этого кругового движения частицы вещества имеют тенденцию становиться шаровидными от соприкосновения друг с другом. Таким образом, образуются два вида вещества, одно более крупное и шаровидное, которое продолжает свое круговое движение с постоянной тенденцией вылетать из центра оси вращения, другое состоит из обрезков, образующихся в процессе измельчения. Эти более мелкие "опилки" от основных тел, становясь все меньше и меньше, постепенно теряют свою скорость и скапливаются в центре вихря. Это скопление более мелкой материи в центре вихря образует солнце или звезду, в то время как сферические частицы, движущиеся по прямым линиям от центра к окружности вихря, создают явление света, излучаемого центральной звездой. Таким образом, эта материя становится атмосферой, вращающейся вокруг скопления в центре. Но мелкие частицы, постоянно отрывающиеся от вращающихся сферических частиц в вихре, запутываются при их прохождении, и когда они достигают края внутренних слоев солнечной пыли, они оседают на

ней и образуют то, что мы называем солнечными пятнами. Они постоянно растворяются и преобразуются, пока иногда не образуют корочку вокруг центрального ядра.

Поскольку с течением времени сила расширения звезды уменьшается, на нее воздействуют соседние вихри. Если часть приближающейся звезды будет иметь меньшую скорость, чем звезда, которую она охватила, то вскоре она потеряет свою хватку, и меньшая звезда выйдет за пределы досягаемости, превратившись в комету. Но если скорость вихря, в который попадает покрытая коркой звезда, будет эквивалентна скорости окруженного вихря, он будет удерживать ее как пленницу, продолжающую вращаться и "заключенную в свой собственный небосвод". Таким образом, несколько планет нашей солнечной системы были захвачены солнечным вихрем, а также Луна и другие спутники.

Но хотя эти новые теории поначалу вызвали большой энтузиазм у всех классов философов и ученых, вскоре они оказались под запретом Церкви. Хотя самому Декарту не было причинено никакого реального вреда, его труды были осуждены как католической, так и протестантской церквями. Однако дух философского исследования, который он породил, продолжал жить и в значительной степени отвечает за современную философию.

Во многих отношениях жизнь и труды Лейбница напоминают нам скорее Бэкона, чем Декарта. Его жизнь была потрачена на занятие высоких политических постов, а философские и научные труды были побочными направлениями его плодотворного ума. Он был скорее теоретиком, чем практиком, и его вклад в науку носил характер философских рассуждений, а не практических демонстраций. Если бы он мог уйти из общественной жизни и посвятить себя только науке, как это сделал Декарт, он, несомненно, проявил бы себя столь же великим практиком. Но во времена своей наибольшей активности в философской области, между 1690 и 1716 годами, он все время выполнял экстраординарные активные обязанности в совершенно чужих областях. Возможно, его работу можно рассматривать как то, что он сделал для Германии в частности то, что Бэкон сделал для Англии и остального мира в целом.

Здесь нас интересует лишь сравнительно небольшая часть его философских трудов. Согласно его теории первичных элементов Вселенной, вся вселенная состоит из индивидуальных центров, или монад. Этим монадам он приписывал бесчисленные качества, с помощью которых можно объяснить каждую фазу природы. Он предполагал, что они являются воспринимающими, самодействующими существами, не находящимися под произвольным контролем божества, и все же сам Бог был изначальной монадой, из которой произошли все остальные. Взяв за основу эту концепцию, Лейбниц вывел свое учение о предустановленной гармонии, согласно которому многочисленные независимые субстанции, составляющие мир, созданы для формирования единой вселенной. Он верил, что благодаря внутренней энергии монады развиваются спонтанно, каждая независимо друг от друга. Короче говоря, каждая монада сама по себе является своего рода божеством — микрокосмом, представляющим все великие черты макрокосма.

Было бы невозможно четко оценить точную ценность стимулирующего влияния этих философов на научную мысль их времени. Однако был один способ, которым их влияние стало очень ощутимым, а именно — стимул, который они придавали созданию научных обществ.

НАУЧНЫЕ ОБЩЕСТВА

В настоящее время, когда при распространении новостей практически исключены элементы времени и расстояния, а дешевая полиграфия свела к минимуму трудности публикации научных открытий, трудно понять изолированное положение научных исследований в эпохи, предшествовавшие пару и электричеству. Отрезанные от мира и совершенно оторванные от общения с коллегами по работе, возможно, всего в нескольких милях от него, исследователи, естественно, испытывали серьезные трудности; и изобретения и открытия не делались с той быстротой, которая, несомненно, была бы, если бы те же самые люди получали ежедневные, еженедельные или ежемесячные сообщения от коллег по работе со всего мира, как они делают сегодня. У них также не было преимуществ общественных или полуофициальных лабораторий, где они вступали в контакт с другими людьми, от которых черпали свежие идеи и получали стимул к своим успехам или неудачам. Однако при естественном ходе событий соседи, которых интересовали в чем-то схожие занятия, не носящие характера соперничества в торговле, встречались более или менее часто и обсуждали свои успехи. Взаимные преимущества такого общения были бы оценены сразу; и от случайной встречи двух ученых-соседей был бы всего лишь короткий шаг до создания "обществ", встречающихся в определенное время и состоящих из членов, живущих на разумном расстоянии от места путешествия. Возможно, были бы еженедельные или ежемесячные собрания мужчин на ограниченной территории; и по мере естественного развития этих небольших местных обществ с частыми встречами произошло бы формирование более крупных обществ, собирающихся реже, члены которых преодолевали бы значительные расстояния, чтобы присутствовать. И, наконец, с расширением возможностей для общения и путешествий возникли бы великие международные общества современности - естественный результат дружеских встреч примитивных средневековых исследователей.

Примерно во времена Галилея в Италии образовалось несколько небольших обществ. Одним из наиболее важных из них было Линсианское общество, основанное примерно в 1611 году, членом которого был сам Галилей. На смену этому обществу в 1657 году пришла Академия Чименто во Флоренции, которая некоторое время процветала, и одним из ее членов был такой известный ученый, как Торричелли.

В Англии толчок, по-видимому, был дан трудами сэра Фрэнсиса Бэкона, критикующими систему преподавания в колледжах. Предполагается, что его предложения относительно того, какими должны быть цели научного общества, привели в конечном итоге к созданию Королевского общества. Он указал, как мало на самом деле добились существующие учебные заведения в продвижении науки, и утверждал, что от них никогда не могло быть толку, пока их методы преподавания оставались неизменными. Он утверждал, что система, которая придавала лекциям и упражнениям такой характер, что ни о каком отклонении от установленного порядка не могло быть и речи, была пагубной. Но он показал, что если у какого-либо учителя хватало безрассудства свернуть с традиционных путей, отважный пионер, скорее всего, сталкивался с непреодолимыми препятствиями, стоящими на пути его продвижения. Исследования были "заключены" в рамки определенного круга авторов, и оригинальность в мышлении или преподавании не должна была ни предполагаться, ни допускаться.

Слова Бэкона, высказанные в резких и беспощадных выражениях порицания, но, тем не менее, совершенно обоснованные, вскоре принесли свои плоды. Еще в 1645 году небольшая компания ученых имела привычку собираться в каком-нибудь месте Лондона, чтобы обсудить философские и научные темы для умственного развития. В 1648 году из-за политических беспорядков того времени некоторые члены этих собраний переехали в Оксфорд, среди них

Бойл, Уоллис и Рен, где собрания были продолжены, как и собрания тех, кто остался в Лондоне. Однако в 1662 году, когда политическая ситуация стала более стабильной, эти две группы людей были объединены в соответствии с хартией Карла II, и идеи Бэкона были практически выражены в этом ученом органе, Лондонском королевском обществе. И не имеет большого значения тот факт, что в некоторых отношениях взглядам Бэкона не следовали в практической деятельности общества или что разделение труда на ранних стадиях было несколько иным, чем в настоящее время. Целью общества всегда было продвижение знаний; и если бы сам Бэкон мог просмотреть его записи, он, несомненно, не нашел бы ничего плохого в той помощи, которую оно оказывало в реализации его идей по распространению полезных знаний.

Через десять лет после того, как Лондонскому королевскому обществу была предоставлена хартия, слова лорда Бэкона возымели практическое действие в Германии, в результате чего была основана *Academia Naturae Curiosorum* под руководством профессора Дж. К. Штурма. Ранние труды этого общества были посвящены повторению наиболее заметных экспериментов того времени, а работа общества эмбрионов была опубликована в двух томах в 1672 и 1685 годах соответственно, которые были практически учебниками физики того периода. Только в 1700 году Фридрих I основал Королевскую академию наук в Берлине по тщательно разработанному плану Лейбница, который сам был первым президентом.

Однако, возможно, ближайшим воплощением идеала Бэкона является Королевская академия наук в Париже, которая была основана в 1666 году под руководством Кольбера во время правления Людовика XIV. Это учреждение не только признавало независимых членов, но и имело в своем составе двадцать пенсионеров, получавших зарплату от правительства. Таким образом, избранная группа ученых получила возможность продолжать свои исследования, не будучи обязанной "думать о завтрашнем дне" для их пропитания. Взамен они должны были снабжать собрания научными мемуарами и раз в год давать отчет о работе, которой они занимались. Таким образом, определенное количество самых ярких умов было поощрено посвящать все свое время научным исследованиям, "одинаково избавленным как от соблазнов богатства, так и от затруднений бедности". О том, что такой план хорошо работает, убедительно свидетельствуют результаты, полученные французской академией. Однако пенсионеры в различных отраслях науки, которым платит либо государство, либо ученые общества, больше не ограничиваются Францией.

Среди других ранних научных обществ была Императорская академия наук в Санкт-Петербурге, спроектированная Петром Великим и основанная его вдовой Екатериной I в 1725 году; а также Шведская королевская академия, основанная в 1781 году и насчитывающая среди своих первых членов таких людей, как знаменитый Линней. Но после того, как первый импульс привел к созданию нескольких ученых обществ, их явное преимущество стало настолько очевидным, что число новых участников быстро увеличилось, пока в настоящее время почти каждая отрасль каждой науки не представлена более или менее важными организациями; и они, индивидуально и коллективно, пополняют знания и стимулируют интерес ко многим областям науки, подтверждая таким образом утверждения лорда Бэкона о том, что знания могут быть удовлетворительно распространены таким образом.

Х. ПРЕЕМНИКИ ГАЛИЛЕЯ В ФИЗИЧЕСКОЙ НАУКЕ

Теперь мы должны стать свидетелями разносторонних усилий группы людей, которые, работая по большей части независимо, значительно пополнили данные физических наук, — таких людей, как Бойль, Гюйгенс, фон Герике и Гук. Будет обнаружено, что исследования этих людей охватывали всю область физических наук в тогдашнем понимании — область так называемой натурфилософии. Нам лучше всего обратиться к этим преемникам Галилея и предшественникам Ньютона несколько биографически, указывая по ходу дела на соответствия и различия между их различными достижениями. В свое время будет отмечено, что работа некоторых из них предвосхитила великие достижения более позднего столетия.

РОБЕРТ БОЙЛЬ (1627-1691)

Некоторые взгляды Роберта Бойля относительно возможной структуры атмосферного воздуха будут рассмотрены чуть позже в этой главе, но пока мы рассмотрим некоторые из его экспериментов с этим, а также с другими газами. Бойль всегда очень интересовался алхимией и проводил обширные эксперименты, пытаясь осуществить трансмутацию металлов; но он не ограничивался этими экспериментами, посвятив себя исследованиям во всех областях натурфилософии. В Оксфорде он был связан с компанией ученых, включая Уоллиса и Рена, которые вместе проводили собрания и проводили эксперименты, и эти собрания, как упоминалось минуту назад, положили началом, что в конечном итоге стало Королевским обществом. Именно во время этого пребывания в Оксфорде были проведены многие из его ценных исследований воздуха, и в это время он изобрел свой воздушный насос, который сейчас выставлен в залах Королевского общества в Берлингтон-хаусе.(1)

Его эксперименты по доказательству атмосферного давления наиболее интересны и убедительны. "Надув на пламя лампы три маленьких круглых стеклянных пузырька размером примерно с лесной орех, - рассказывает он, - каждый с короткой тонкой ножкой, благодаря чему они так точно удерживались в воде, что очень небольшое изменение веса могло заставить их либо всплыть, либо утонуть; в то время, когда атмосфера была достаточно плотной, я помещал их в стакан с обычной водой с широким горлышком и оставлял в укромном месте, где они часто попадались мне на глаза, я заметил, что иногда они оказывались на поверхности воды и оставались там в течение нескольких минут". дни, а может быть, и недели, идут вместе, а иногда опускаются на дно и, продержавшись там некоторое время, снова поднимаются. И иногда они поднимались или опускались, когда воздух был горячим или холодным".(2)

Именно в ходе этих экспериментов наблюдения, сделанные Бойлем, привели к изобретению его "статического барометра", ртутный барометр был изобретен, как мы видели, Торричелли в 1643 году. Описывая это изобретение, он говорит: "Выбрав большой, тонкий и легкий стеклянный пузырь, надутый на пламя лампы, я уравновесил его металлическим грузиком на паре весов, подвешенных в рамке, который поворачивался на тридцатую долю крупинки. Затем и рамку, и весы поместили рядом с хорошим барометром, откуда я мог узнать нынешний вес атмосферы; когда, хотя весы не могли показать всех изменений, которые появлялись в ртутном барометре, они все же отмечали те, которые изменяли высоту ртутного столба на полчетверти

дюйма". (3) В конце концов, довольно чувствительный барометр. Этот статический барометр предложил несколько полезных применений богатому воображению его изобретателя, среди прочего, для измерения горных вершин, как с ртутным барометром, разрежения воздуха на вершине, дающего определенное соотношение к более конденсированному воздуху в долине.

Еще один из его экспериментов был проведен с целью определения атмосферного давления с точностью до квадратного дюйма. После значительных затруднений он определил, что относительный вес кубического дюйма воды и ртути составляет примерно один к четырнадцати, и, вычислив на основе других известных весов, он определил, что "когда столбик ртути высотой тридцать дюймов поддерживается в барометре, как это часто бывает, столб воздуха, который давит на квадратный дюйм у поверхности земли, должен весить около пятнадцати сто восемьдесят фунтов". (4) Поскольку давление воздуха на уровне моря в настоящее время оценивается в 14,7304 фунтов на квадратный дюйм, будет видно, что расчет Бойля был недалек от истины.

В результате своих многочисленных экспериментов с воздухом Бойль пришел к выводу, что содержащиеся в нем вещества обладают многими "скрытыми качествами", которые наука пока не смогла постичь, полагая, что "в мире нет более гетерогенного тела". Он верил, что заразные болезни переносятся по воздуху, и предположил, что извержения земли, подобные тем, которые вызываются землетрясениями, могут вызывать "ядовитые испарения", вызывающие болезни. Он предположил также, что воздух может играть важную роль в некоторых процессах прокаливания, что, как мы увидим, было доказано Лавуазье в конце восемнадцатого века. Представления Бойля о точном химическом действии в этих явлениях были, конечно, расплывчатыми, но он заметил, что некоторую роль играет воздух, и он был прав, предположив, что воздух "может играть большую роль в изменении солей, получаемых из прокаленного купороса".(5)

Хотя он сам был таким скрупулезным наблюдателем фактов, вина его возраста заключалась в том, что он слишком доверял свидетельствам неподготовленных наблюдателей. Таким образом, из многочисленных историй, которые он слышал о росте металлов в ранее отработанных шахтах, он полагал, что воздух был ответственен за этот рост, в что он, несомненно, верил. Философ, по-видимому, поверил рассказу оловянного рудокопа о том, что в его время, по прошествии всего лишь двадцати пяти лет, куча земли, ранее истощенная рудой, снова стала еще более насыщенной, чем прежде, благодаря тому, что была открыта воздуху.

Поскольку Бойль был алхимиком и, несомненно, верил в алхимическую теорию о том, что металлы обладают "духами" и различными другими свойствами, которых не существует, неудивительно, что он был легковверен в вопросе убеждений относительно проявляемых ими особых явлений. Более того, он, несомненно, впал в ошибку, обычную для "специалистов" или людей, длительное время работающих над одним предметом, — ошибку чрезмерного энтузиазма в своем предмете. Он обнаружил в воздухе так много замечательных качеств, что неудивительно обнаружить, что он приписал ему еще много таких, которые не мог продемонстрировать.

Работа Бойля о цветах, хотя, вероятно, и менее важна, чем его эксперименты и выводы о воздухе, показывает, что он был в авангарде науки своего времени. Как он указывает, школы его времени обычно учили, что "цвет - это проникающее качество, достигающее самой внутренней части вещества", и в качестве примера этого приводился сургуч, который можно было разбить

на мельчайшие кусочки, каждая частица сохраняла тот же цвет, что и ее собраты, или исходную массу. Чтобы опровергнуть эту теорию и показать примеры обратного, Бойль, среди прочего, показывает, что различные цвета — синий, красный, желтый — могут быть получены на закаленной стали, и все же металл в пределах "толщины волоска от его поверхности" не имеет ни одного из этих цветов. Следовательно, его заставили поверить, что цвет, по крайней мере в непрозрачных телах, поверхностный.

"Но прежде чем мы перейдем к более частному рассмотрению нашего предмета, - говорит он, - уместно заметить, что цвета можно рассматривать либо как присущее телам качество, изменяющее свет определенным образом, либо как сам свет, измененный настолько, что воздействует на органы зрения и вызывает ощущение, которое мы называем цветом; и что это последнее является более правильным пониманием слова "цвет", будет показано ниже. И действительно, это сам свет, который определенным образом, либо смешанный с оттенками, либо иным образом, попадает в наши глаза и немедленно вызывает то движение в органе, которое придает нам цвет предмета".(6)

Исследуя гладкие и шероховатые поверхности, чтобы определить причину их цвета, он воспользовался микроскопом и указал на очень очевидный пример разницы в цвете шероховатого и полированного куска одной и той же каменной глыбы. Он использовал несколько поразительных иллюстраций влияния света и положения глаза на цвета. "Таким образом, цвет плюша или бархата будет казаться различным, если вы погладите часть его в одну сторону, а часть в другую, при этом положение отдельных нитей по отношению к свету или глазу будет варьироваться. И можно заметить, что на поле спелой кукурузы, обдуваемом ветром, появятся волны цвета, отличного от цвета остальной кукурузы, потому что ветер, сильнее давя на одни колосья, чем на другие, заставляет один из них отражать больше света от боковых и соломенных частей, чем другой".(7) Однако его работа о цвете, как и о свете, была полностью омрачена работой его великого соотечественника Ньютона.

Работа Бойля об электричестве была продолжением работы Гилберта, к которой он добавил несколько новых фактов. Он добавил несколько веществ к списку "электрики" Гилберта, экспериментировал с гладкими и шероховатыми поверхностями для возбуждения электричества и сделал важное открытие, что янтарь сохраняет свои привлекательные свойства после прекращения трения, которое сильно возбуждало его. "Поскольку истирание вызвало движение кишечника в его частях, - говорит он, - возбуждаемый таким образом жар не должен прекращаться сразу после окончания растирания, но продолжать выделять выделения в течение некоторого времени после этого, дольше или короче, в зависимости от качества электрического тока и степени произведенного возбуждения; все это, вместе взятое, иногда может привести к значительному эффекту; и таким образом, в теплый день я, имея определенное тело размером не больше горошины, но очень энергично привлекательное, двигал стальной иглой, свободно удерживаемой, примерно через три минуты после того, как я ушел. перестань тереть его".(8)

MARIOTTE AND VON GUERICKE

Работавшим одновременно с Бойлем человеком, чье имя обычно ассоциируется с ним как с автором закона плотности газов, был Эдме Мариотт (умер в 1684 году), уроженец Бургундии. Мариотт продемонстрировал, что, если бы не сопротивление атмосферы, все тела, будь то легкие или тяжелые, плотные или тонкие, падали бы с одинаковой скоростью, и он доказал это с

помощью хорошо известного эксперимента "цесарка с перышком". Выпустив воздух из длинной стеклянной трубки, в которую были помещены цесарка и перо, он показал, что в образовавшемся таким образом вакууме они падали с одинаковой скоростью, как только трубку переворачивали. Из своих различных экспериментов с давлением атмосферы он вывел закон, согласно которому плотность и эластичность атмосферы точно пропорциональны силе сжатия (закон Бойля и Мариотта). Он также установил, что воздух существует в состоянии механической смеси с жидкостями, "существующими между их частицами в состоянии конденсации". Он провел много других экспериментов, особенно по столкновению тел, но его самая важная работа была посвящена атмосфере.

Но тем временем другой современник Бойля и Мариотта сам заинтересовался изучением атмосферы и сделал замечательное изобретение и наиболее поразительную демонстрацию. Это был Отто фон Герике (1602-1686), бургомистр Магдебурга и советник его "светлейшего и могущественного высочества", местного курфюрста. Когда он не был поглощен обязанностями на государственной службе, он посвящал свое время изучению естественных наук, особенно пневматики и электричества, которые в то время находились в зачаточном состоянии. Открытия Галилея, Паскаля и Торричелли побудили его решить проблему создания вакуума — желанную задачу еще со времен Аристотеля. Его первые эксперименты были с деревянным насосом и бочкой с водой, но вскоре он обнаружил, что с таким пористым материалом, как дерево, вакуум создать или поддерживать невозможно. Поэтому он использовал медный шар с насосом и запорным краном; и с его помощью он мог откачивать воздух почти так же легко, как воду. Таким образом, в 1650 году был изобретен воздушный насос. Продолжая свои эксперименты с вакуумом и атмосферным давлением с помощью своего недавно открытого насоса, он сделал несколько поразительных открытий относительно огромного давления, создаваемого воздухом.

Однако в его намерения не входило демонстрировать свои недавно приобретенные знания одними словами или теориями, или простыми лабораторными экспериментами; вместо этого он выбрал открытое поле, на которое были приглашены император Фердинанд III и все принцы Ратисбонского сейма. Когда они были собраны, он изготовил две полые латунные полусферы диаметром около двух футов и, соединив их точно подогнанные поверхности вместе, начал откачивать воздух из их полый внутренней части, таким образом заставляя их самым удивительным образом прочно склеиваться, по-видимому, без чего-либо удерживающего их. Это само по себе было достаточно странно; но теперь почтенный бургомистр вывел упряжки лошадей и, привязав их по обе стороны от полушарий, попытался раздвинуть прилипшую медь. Пять, десять, пятнадцать упряжек — всего тридцать лошадей — были прикреплены друг к другу; но, как они ни тянули, они не могли разъединить крепко сцепленные полушария. Огромное давление атмосферы было продемонстрировано самым поразительным образом.

Но одно дело демонстрировать, другое — убеждать; и многие из добрых людей Магдебурга качали головами над этим "дьявольским изобретением" и предсказывали, что Небеса накажут герра бургомистра, как это уже было однажды, ударив в его дом молнией и повредив некоторые из его адских приспособлений. Они предсказали ему будущее наказание, но не стали приставать к нему, потому что его согражданам, которые разговаривали и смеялись, пили и курили вместе с ним и знали его как честного гражданина, каким он был, он вовсе не казался околдованным. И вот он жил, работал и пополнял науку другими фактами, и его медные полусферы не были уничтожены фанатичными инквизиторами, а до сих пор хранятся в королевской библиотеке в Берлине.

В своих экспериментах со своим воздушным насосом он обнаружил многое, касающееся действия газов, среди прочего, то, что животные не могут жить в вакууме. Он изобрел анемоскоп и воздушные весы, и, получив таким образом возможность взвешивать воздух и отмечать изменения, предшествующие штормам и затишьям, он смог еще больше ошеломить своих удивленных коллег-Магде бюргерс более или менее точными предсказаниями погоды.

Фон Герике не принимал теорию Гилберта о том, что земля является сильным магнитом, но в своих экспериментах, подобных тем, которые проводил Гилберт, он не только изобрел первую электрическую машину, но и открыл электрическое притяжение и отталкивание. Электрическая машина, которую он изобрел, состояла из сферы из серы, установленной на железной оси для имитации вращения земли, и которая при трении проявляла электрические реакции. Когда этот глобус повернули и погладили сухой рукой, было обнаружено, что к нему прикреплены "всевозможные маленькие фрагменты, вроде золотых, серебряных, бумажных и т. Д.". "Таким образом, этот шар, - говорит он, - когда его подносят достаточно близко к каплям воды, заставляет их набухать и надуваться. Он также притягивает воздух, дым и т.д." (9) До демонстраций Герике Кабеус заметил, что мякина отскакивает от "электричества", но он не интерпретировал это явление как электрическое отталкивание. Фон Герике, однако, признал это как таковое и называет это тем, что он называет "изгоняющей добродетелью". "Даже изгоняющая сила видна в этом шаре, - говорит он, - ибо он не только привлекает, но и снова ОТТАЛКИВАЕТ от себя маленькие тела такого рода и не принимает их до тех пор, пока они не коснутся чего-то другого". Из этого следует, что он был очень близок к открытию разряда электризации притягиваемых тел при контакте с каким-либо другим объектом, после чего они снова притягиваются электрическим током.

Он провел интереснейший эксперимент со своим серным шариком и пером и при этом почти предвосхитил открытие Бенджамина Франклина о влиянии заостренных проводников на отвод разряда. Покрутив и погладив свой глобус до тех пор, пока он немного не отталкивал пушок, он снял глобус с подставки и, поднеся его к уже отталкивающему пуху, покатав им перед собой по комнате. Во время этой погони он заметил, что пух предпочитал садиться напротив "острия любого объекта вообще". Он заметил, что если пуху удавалось пролететь в нескольких дюймах от зажженной свечи, его отношение к земному шару внезапно менялось, и вместо того, чтобы убежать от него, он теперь "летел к нему за защитой" — заряд пуха рассеивался горячим воздухом. Он также отметил, что если серный шарик сначала притягивал, а затем отталкивал одну грань пера, то поверхность, подвергшаяся такому воздействию, всегда была обращена к глобусу; так что, если положения двух перьев поменялись местами, стороны пера тоже поменялись местами.

Еще одно важное открытие, связанное с электропроводностью, было сделано Фон Герике. До его открытия никто не наблюдал передачи электричества от одного тела к другому, хотя Гилберт некоторое время назад заметил, что стержень, намагниченный на одном конце, становится намагниченным на другом. Эксперименты фон Герике проводились на льняной нити с помощью его серного шарика, который, по его словам, "будучи предварительно возбужден трением, может аналогичным образом проявлять свои свойства через льняную нить длиной в локоть или более и что-то там притягивать". Но это открытие и его не менее важное открытие о том, что шарик серы становится светящимся при растирании, были практически забыты, пока на них снова не обратили внимание открытия Фрэнсиса Хауксби и Стивена Грея в начале восемнадцатого века. Из этого мы можем заключить, что сам фон Герике не осознавал

важности своих открытий, ибо в противном случае он, несомненно, продвинул бы свои исследования еще дальше. Но как бы то ни было, он переключил свое внимание на другие области исследований.

РОБЕРТ ГУК

Худой, скрюченный, со сморщенными конечностями, сварливый человечек с растрепанными волосами и изможденным выражением лица, вспыльчивый и раздражительный, скупой и нечестный, по крайней мере, в своих претензиях на первенство в открытиях — таков портрет, который обычно рисуют, как друзья, так и враги, Роберту Гуку (1635-1703), человеку с почти беспрецедентным талантом к научным открытиям почти во всех отраслях науки. История знает немного столь поразительных примеров человека, чьи действительно великие достижения в науке сами по себе сделали бы его имя бессмертным, и все же у которого был малодушный дух шарлатана — похоже, почти безумная мания — присваивать заслуги открытий, сделанных другими. Такое состояние ума вряд ли можно объяснить иначе, как манией: конечно, более милосердно относиться к нему именно так. Ибо его собственные открытия и изобретения были так многочисленны, что несколько более или менее значительных вряд ли прибавили бы ему славы, поскольку его репутация философа была прочно установлена. Восхищение его способностями и философскими знаниями всегда должно омрачаться воспоминаниями о его высокомерных претензиях на открытия других философов.

Кажется вполне определенным, что изобретение балансирной пружины для регулировки часов следует приписать Гуку; но долгое время между Гуком и Гюйгенсом велись ожесточенные споры о том, кто был настоящим изобретателем. Похоже, что Гуку пришла в голову идея балансирной пружины, в то время как Гюйгенсу принадлежит заслуга в том, что он приспособил СПИРАЛЬНУЮ пружину к рабочей модели. Таким образом, он воплотил в жизнь концепцию Гука, которая не имеет ценности, за исключением применения спиральной пружины; но, тем не менее, изобретатель, так же как и совершенствующий, должен получить признание. В этом споре, в отличие от многих других, вина не может быть возложена на Гука.

Гук был первым куратором Королевского общества и, когда требовалось что-либо исследовать, обычно изобретал для этого механические устройства. Астрономические приборы, приборы для измерения удельного веса, часы и хронометры, методы измерения скорости падающих тел, температур замерзания и кипения, крепости пороха, магнитные приборы — короче говоря, всевозможные хитроумные механические устройства во всех отраслях науки и механики. Именно он создал знаменитый воздушный насос Роберта Бойля, основанный на планах Бойля. Кстати, Гук утверждал, что сам был изобретателем первого воздушного насоса, хотя сейчас это утверждение полностью дискредитировано.

В течение двух лет он изобрел не менее тридцати различных способов пилотирования, все из которых, конечно, ни к чему не привели, но свидетельствуют о богатом воображении этого человека и его неутомимой энергии. Он экспериментировал с электричеством и выдвинул несколько новых предположений о разнице между электрической искрой и свечением, хотя в целом его вклад в эту область неважен. Он также первым указал на то, что движение небесных тел следует рассматривать как механическую проблему, и был почти в пределах досягаемости точной теории тяготения, сам выдвинув идею использования маятника для измерения силы тяжести. Точно так же он первым предложил волновую теорию света, хотя именно Гюйгенс заложил в нее нынешний фундамент.

Гук опубликовал, среди прочего, книгу с таблицами и описаниями своих микроскопических наблюдений, которая дает представление о прогрессе, уже достигнутом в микроскопии в его время. Здесь приведены две из этих табличек, которые даже в наш век микроскопии интересны и поучительны. Эти пластины сделаны по отпечаткам оригинальных медных пластин Гука и показывают, что уже в то время изготавливались превосходные линзы. Они также иллюстрируют, как многого можно было бы добиться в области медицины, если бы врачи уделяли больше внимания микроскопии. Даже столетие спустя, если бы врачи лучше использовали свои микроскопы, они вряд ли смогли бы не заметить такого легко обнаруживаемого паразита, как чесоточный клещ, которого так же легко обнаружить, как сырного клеща, изображенного в книге Гука.

Отдавая должное Гуку и в оправдание его непростительных в других отношениях особенностей ума, следует помнить, что в течение многих лет он страдал от мучительной и изнуряющей болезни. Возможно, это повлияло на его душевное равновесие, не оказав заметного влияния на его изобретательность. В его время это состояние вряд ли считалось бы болезнью; но сегодня, с нашими передовыми представлениями о психических заболеваниях, мы были бы более склонны приписывать его неудачное умонастроение патологическому состоянию, а не какому-либо проявлению нормальной психики. С этой точки зрения его умственное уродство мало чем отличается от уродства Кавендиша позже, за исключением того, что в случае с Кавендишем оно проявилось в ненормальной чувствительности, а не в ненормальной раздражительности.

ХРИСТИАН ГЮЙГЕНС

Хотя бы потому, что мир в долгу перед человеком, который изобрел часы с маятником, Кристианом Гюйгенсом (1629-1695) из Гааги, изобретателем, математиком, механиком, астрономом и физиком. Гюйгенс был потомком благородной и выдающейся семьи, его отец, сэр Константин Гюйгенс, был известным поэтом и дипломатом. В раннем возрасте молодой Гюйгенс начал свою карьеру юриста, завершив свое образование в юридической школе в Бреде; но его вкус к математике вскоре заставил его пренебречь юридическими занятиями, а его склонность к научным изысканиям была настолько выражена, что Декарт предсказал ему великие свершения, даже когда он был простым новичком в области научных исследований.

Одним из его первых начинаний в науке была попытка усовершенствовать телескоп. Размышляя о модном тогда процессе изготовления линз, молодой Гюйгенс и его брат Константин попробовали новый метод шлифовки и полировки, с помощью которого они преодолели значительную часть сферических и хроматических аберраций. С помощью этого нового телескопа было получено гораздо более четкое поле зрения, настолько, что Гюйгенс смог обнаружить, среди прочего, доселе неизвестный спутник Сатурна. Именно эти астрономические исследования привели его к применению маятника для регулирования хода часов. Молодой астроном остро ощущал необходимость в каком-то более точном методе измерения времени при наблюдениях за звездами, и после нескольких экспериментов в различных направлениях Гюйгенс додумался до использования качающегося груза; и в 1656 году он изобрел часы с маятником. В следующем году его часы были представлены генеральным штатам. Точность определения времени абсолютно необходима в астрономии, но до изобретения часов Гюйгенса не существовало точных или даже приблизительно точных средств измерения коротких интервалов.

Гюйгенс был одним из первых, кто приспособил микрометр к телескопу — механическому устройству, от которого зависит точное определение мельчайших расстояний. Он также вступил в спор с Гуком относительно превосходства телескопических прицелов над простыми квадрантами, причем Гук выступал за равнину. В этом споре, предмет которого привлек широкое внимание, Гюйгенс одержал полную победу; а Гук, будучи не в состоянии опровергнуть аргументы Гюйгенса, проявил такую раздражительность, что усилил свою и без того всеобщую непопулярность. Все аргументы за и против использования телескопического прицела слишком многочисленны, чтобы приводить их здесь. Приводя доводы в его пользу, Гюйгенс указал, что невооруженным глазом невозможно оценить угловое пространство в небе менее чем за тридцать секунд. Следовательно, даже в лучшем секторе с хорошей обзорностью высота должна быть неопределенной из-за этой величины. Если вместо обычного прицела установить телескоп, даже если он увеличивает изображение всего в тридцать раз, это позволит наблюдателю зафиксировать местоположение с точностью до одной секунды с постепенным повышением точности по мере увеличения мощности телескопа. Это был лишь один из многих убедительных аргументов, выдвинутых Гюйгенсом.

Кроме того, в области оптики Гюйгенс внес значительный вклад в науку, и говорят, что его работа "Диоптрика" была любимой книгой Ньютона. Однако на более позднем этапе своей жизни Гюйгенс снова посвятил себя изобретению и конструированию телескопов, шлифовке линз и разработке, если не фактическому изготовлению, оправы для их крепления. Эти телескопы были огромной длины, три из его объективов, ныне находящихся в распоряжении Королевского общества, имели фокусное расстояние 123, 180 и 210 футов соответственно. Такие приборы, если они были сконструированы в обычной форме длинной трубки, были очень неуправляемы, и чтобы избежать этого, Гюйгенс принял план полного отказа от трубки, установив свои линзы на длинные шесты, приводимые в движение механизмами. Даже они были достаточно громоздкими, но трудности манипулирования были полностью компенсированы полученными результатами.

Было обнаружено, среди прочего, что при косом преломлении свет разделяется на цвета. Следовательно, любая небольшая часть выпуклой линзы телескопа, являющаяся призмой, пропускает лучи в фокус, разделенные на призматические цвета, которые делают сформированное таким образом изображение обрамленным цветной каймой и нечетким. Но, к счастью для первых производителей телескопов, степень этой аберрации не зависит от фокусного расстояния объектива; так что, увеличивая это фокусное расстояние и используя соответствующий окуляр, изображение можно значительно увеличить, в то время как цветовая гамма остается примерно такой же, как при использовании менее мощного объектива. Отсюда преимущество длинного телескопа Гюйгенса. Однако он не ограничил свои усилия простым увеличением фокусного расстояния своих телескопов, но также повысил их эффективность, изобретая почти идеальный ахроматический окуляр.

В 1663 году он был избран членом Лондонского королевского общества, а в 1669 году представил этому органу краткое изложение законов, управляющих столкновением упругих тел. Хотя те же взгляды были высказаны Уоллисом и Реном несколькими неделями ранее, нет никаких сомнений в том, что к своим взглядам Гюйгенс пришел независимо; и вполне вероятно, что он пришел к своим выводам несколькими годами ранее. В "Философских трудах" за 1669 год записано, что общество, будучи заинтересованным в законах, описывающих принципы движения, обратилось с просьбой к М. Гюйгенсу, доктору Уоллису и сэру Кристоферу Рену

представить свои взгляды на этот предмет. Уоллис представил свой доклад первым, 15 ноября 1668 года. Месяц спустя, 17 декабря, Рен ознакомил общество со своими законами относительно природы столкновения тел. А несколько дней спустя, 5 января 1669 года, Гюйгенс прислал свои "Правила, касающиеся движения тел после взаимного толчка". Хотя отчет Гюйгенса был получен последним, его ожидал такой короткий промежуток времени, а его взгляды изложены настолько ясно — в целом, скорее, лучше, чем у двух других, — что мы приводим их частично здесь:

"1. Если твердое тело ударится о тело, находящееся в состоянии покоя, столь же твердое, то после контакта первое успокоится, а второе приобретет скорость, равную скорости движущегося тела.

"2. Но если это другое равное тело также находится в движении и движется в том же направлении, то после соприкосновения они будут двигаться с взаимными скоростями.

"3. Тело, каким бы большим оно ни было, приводится в движение телом, каким бы малым оно ни было, движимым с любой скоростью.

"5. Величина движения двух тел может быть либо увеличена, либо уменьшена при их ударе; но та же величина в направлении одной и той же части остается после вычитания величины противоположного движения.

"6. Сумма произведений, получаемых при умножении массы любого твердого тела на квадраты его скорости, одинакова как до, так и после удара.

"7. Твердое тело в состоянии покоя получит большее количество движения от другого твердого тела, большего или меньшего, чем оно само, при вмешательстве любого третьего тела средней величины, чем если бы оно было немедленно поражено самим телом; и если промежуточное тело будет средне пропорционально двум другим, его воздействие на неподвижное тело будет наибольшим из всех".(10)

Это было лишь одно из нескольких интересных и важных сообщений, отправленных в Королевское общество при его жизни. Одним из них был отчет о том, что он называет "Пневматическими экспериментами". "После помещения в вакуум насекомого, похожего на жука, но несколько крупнее, - говорит он, - когда оно казалось мертвым, воздух был пропущен повторно, и вскоре после этого оно ожило; поместив его снова в вакуум и оставив на час, после чего воздух был пропущен повторно, было замечено, что насекомому потребовалось больше времени для восстановления; поместив его в третий раз на два дня, после чего впустили воздух, прошло десять часов, прежде чем оно начало шевелиться; но, поместив его в четвертый раз, на восемь дней, оно так и не восстановилось.... Несколько птиц, крыс, мышей, кроликов и кошек погибли в вакууме, но если впустить воздух до того, как двигатель полностью разрядится, некоторые из них выздоровеют; и все же ни одна из них не ожила бы в идеальном вакууме.... При помещении веса восемнадцати гран пороха с помощью калибра в приемник, вмещавший несколько фунтов воды, и поджигании пороха ртуть поднялась на полтора дюйма; из чего следует, что в порохе содержится одна пятая часть воздуха, исходя из предположения, что воздух примерно в тысячу раз легче воды; ибо в этом эксперименте ртуть поднялась до восемнадцатой части высоты, на которой воздух обычно поддерживает ее, и, следовательно, при весе восемнадцати гран пороха образовалось достаточно воздуха, чтобы заполнить восемнадцатую часть приемника, вмещавшего семь фунтов воды; теперь в этой восемнадцатой

части содержится сорок -девять драхм воды; следовательно, воздух, занимающий равное пространство, будучи в тысячу раз легче, весит одну тысячную часть от сорока девяти драхм, что составляет более трех с половиной гран; отсюда следует, что вес восемнадцати гран порошка содержит более трех с половиной гран воздуха, что составляет около одной пятой от восемнадцати гран...."

С 1665 по 1681 год, приняв заманчивое предложение Людовика XIV, сделанное ему через Кольбера, Гюйгенс продолжил учебу в Королевской библиотеке в качестве резидента Франции. Здесь он опубликовал свой "Horologium Oscillatorium", посвященный королю, содержащий, среди прочего, его решение проблемы "центра колебаний". Это само по себе было важным шагом в истории механики. Предполагая как истину, что центр тяжести любого числа взаимозависимых тел не может подниматься выше точки, с которой он падает, он пришел к правильным выводам относительно общего принципа сохранения живой природы, хотя на самом деле он не доказал свои выводы. Это была первая попытка разобраться с динамикой системы. В этой работе также было точно определено соотношение между длиной маятника и временем его колебания.

В 1681 году он вернулся в Голландию, как полагают, под влиянием отношения, которое было занято во Франции по отношению к его религии. Здесь он продолжил свои исследования, построил свои огромные телескопы и, среди прочего, открыл "поляризацию", которая описана в книге "След Люмьера", опубликованной в Лейдене в 1690 году. Пять лет спустя он умер, завещав свои рукописи Лейденскому университету. Интересно отметить, что он никогда не принимал теорию тяготения Ньютона как универсальное свойство материи.

XI. НЬЮТОН И СОСТАВ СВЕТА

Галилей, этот гигант физической науки начала семнадцатого века, умер в 1642 году. На Рождество того же года в Англии родился еще один интеллектуальный гигант, которому было суждено довести работу Коперника, Кеплера и Галилея до чудесного завершения благодаря открытию великого объединяющего закона, в соответствии с которым совершаются движения планет. Мы имеем в виду, конечно, величайшего из английских ученых-физиков Исаака Ньютона, Шекспира научного мира. Родившийся, таким образом, до середины семнадцатого века, Ньютон жил после первой четверти восемнадцатого (1727). Последние сорок лет этого периода он был доминирующей научной личностью мира. С полным основанием об этом времени говорят как об "Эпохе Ньютона".

Однако человек, которому предстояло добиться такого отличия, не подавал никаких ранних предчувствий будущего величия. Он был болезненным ребенком с рождения и, казалось, не подавал особых надежд. Он был равнодушным учеником, но, с другой стороны, его мало

заботили обычные развлечения детства. Однако он рано проявил вкус к механическим изобретениям и потратил много времени на изобретение ветряных мельниц, водяных часов, солнечных циферблатов и воздушных змеев. В то время как других мальчиков интересовали только воздушные змеи, которые могли бы летать, Ньютона — по крайней мере, так нам объясняют истории более позднего времени — больше заботило исследование кажущихся принципов, связанных с ними, или тестирование лучших методов крепления веревок, или лучших материалов, которые можно использовать при строительстве.

Тем временем будущий философ приобретал вкус к чтению и учебе, копаясь в старых томах всякий раз, когда находил возможность. Эти привычки убедили его родственников, что бесполезно пытаться сделать из юноши фермера, как это и было их намерением. Поэтому его отправили обратно в школу, и летом 1661 года он поступил в Тринити-колледж в Кембридже. Даже в колледже Ньютон, по-видимому, не проявил необычных умственных способностей, и в 1664 году, когда доктор Бэрроу экзаменовался на получение стипендии, у этого джентльмена, как говорят, сложилось плохое мнение о претенденте. Говорят, что знание оценки, которую дал его способностям наставник, задело Ньютона и побудило его всерьез заняться математическими исследованиями, в которых он впоследствии добился таких успехов. Изучение "Геометрии" Евклида и Декарта пробудило в нем скрытый интерес к математике, и с этого времени его исследования продолжались с энтузиазмом. В 1667 году он был избран членом Тринити-колледжа, а весной следующего года получил степень магистра.

Таким образом, получается, что отрочество и ранняя зрелость Ньютона пришлось на то беспокойное время в британских политических анналах, которое ознаменовалось свержением Карла I, автократией Кромвеля и, в конечном итоге, восстановлением власти Стюартов. В зрелые годы он стал свидетелем свержения последнего Стюарта и правления голландца Вильгельма Оранского. В старости он стал свидетелем того, как первый из ганноверцев взошел на английский трон. В течение десяти лет после его смерти родились такие первооткрыватели науки, как Кавендиш, Блэк и Пристли, — люди, дожившие до конца восемнадцатого века. Таким образом, в полном смысле эпоха Ньютона преодолевает разрыв от того раннего периода научного пробуждения при Кеплере и Галилее до времени, которое мы, двадцатый век, считаем по существу современным.

СОСТАВ БЕЛОГО СВЕТА

В декабре 1672 года Ньютон был избран членом Королевского общества, и на этом собрании был зачитан доклад с описанием его изобретения телескопа-рефрактора. Несколько дней спустя он написал секретарю, наведя некоторые справки о еженедельных собраниях общества, и намекнул, что у него есть отчет об интересном открытии, с которым он хотел бы поделиться перед обществом. Когда это сообщение было обнародовано, оказалось, что оно объясняет открытие состава белого света. Мы видели, что вопрос о природе цвета привлекал внимание таких исследователей, как Гюйгенс, но удовлетворительного решения этого вопроса достигнуто не было. Ньютон доказал демонстративными экспериментами, что белый свет состоит из смешения лучей различных цветов и что цвет, который мы приписываем любому объекту, объясняется просто тем фактом, что рассматриваемый объект отражает лучи этого цвета, поглощая остальные. То, что белый свет на самом деле состоит из множества смешанных цветов, казалось бы невероятным, если бы эксперименты, с помощью которых демонстрируется эта композиция, не стали знакомыми каждому. Эксперименты были абсолютно новыми, когда

Ньютон предложил их, и его демонстрация состава света стала одной из самых ярких экспозиций, когда-либо привлекавших внимание Королевского общества. Вряд ли нужно добавлять, что, несмотря на убедительный характер работы Ньютона, его объяснения долгое время не встречали всеобщего признания.

Ньютона привели к его открытию некоторые эксперименты, проведенные с обычной стеклянной призмой, приложенной к отверстию в ставне затемненной комнаты, при этом преломленные лучи солнечного света попадали на противоположную стену и образовывали там знакомый спектр. "Это было очень приятное развлечение, - писал он, - наблюдать за яркими и насыщенными цветами, получаемыми таким образом; и через некоторое время, заставив себя рассматривать их очень осмотрительно, я был удивлен, увидев их различной формы, которая, согласно общепринятым законам преломления, как я ожидал, должна была быть круглой. По бокам они заканчивались прямыми линиями, но на концах затухание света было настолько постепенным, что было трудно точно определить их форму, и все же они казались полукруглыми.

"Сравнивая длину этого цветного спектра с его шириной, я обнаружил, что она почти в пять раз больше; диспропорция настолько экстравагантная, что возбудила во мне более чем обычное любопытство - исследовать, откуда она может исходить. Я едва ли мог подумать, что различная толщина стекла или оконечность тенью или затемнением могут оказывать какое-либо влияние на свет, чтобы произвести такой эффект; и все же я подумал, что было бы не лишним сначала изучить эти обстоятельства, и поэтому попробовал, что произойдет, если пропускать свет через части стекла разной толщины, или через отверстия в окне разной величины, или установив призму снаружи так, чтобы свет мог проходить через нее и преломляться, прежде чем он попадет через отверстие; но я не нашел ни одного из этих обстоятельств существенным. Цветовая гамма была во всех этих случаях одинаковой.

Затем я заподозрил, что из-за какой-либо неровности стекла или другой случайной неправильности эти цвета могут быть таким образом расширены. И чтобы попробовать это, я взял другую призму, подобную первой, и расположил ее так, чтобы свет, проходя через них обе, мог преломляться противоположными способами, и таким образом с помощью последней вернул его в то русло, с которого первая его отклоняла. Ибо, как я думал, таким образом, правильные эффекты первой призмы будут уничтожены второй призмой, но неправильные еще больше усилятся за счет множественности преломлений. Событие состояло в том, что свет, который с помощью первой призмы рассеивался в продолговатую форму, со стороны второй преобразовывался в круглую с такой же регулярностью, как и тогда, когда он не весь проходил через них. Так что, какова бы ни была причина такой длины, это не было какой-либо случайной неправильностью.

Затем я приступил к более критическому изучению того, на что может повлиять разница в падении лучей, исходящих из разных частей солнца; и с этой целью измерил несколько линий и углов, относящихся к изображению. Его расстояние от отверстия или призмы составляло 22 фута; его максимальная длина 13 1/4 дюйма; его ширина 2 5/8 дюйма; диаметр отверстия 1/4 дюйма; угол, который лучи, стремящиеся к середине изображения, образовывали с теми линиями, по которым они проходили бы без преломления, составлял 44 градуса 56'; а вертикальный угол призмы - 63 градуса 12'. Кроме того, преломления по обе стороны призмы, то есть падающего и исходящего лучей, были, насколько я мог судить, равны и, следовательно,

около 54 градусов 4'; и лучи падали на стену перпендикулярно. Теперь, вычитая диаметр отверстия из длины и ширины изображения, остается 13 дюймов длины и $2\frac{3}{8}$ ширины, охватываемых этими лучами, которые, проходя через центр указанного отверстия, которое эта ширина уменьшала, составляли около 31', что соответствует диаметру солнца; но угол, на который уменьшалась его длина, был больше пяти таких диаметров, а именно 2 градуса 49'.

"Сделав эти наблюдения, я сначала вычислил на их основе преломляющую способность стекла и обнаружил, что она измеряется отношением синусов 20 к 31. И затем, используя это соотношение, я вычислил преломления двух лучей, исходящих из противоположных частей солнечного диска, так, чтобы они различались на 31' по наклону падения, и обнаружил, что исходящие лучи должны были составлять угол 31', как это и было до того, как они упали.

Но поскольку это вычисление было основано на гипотезе о пропорциональности синусов падения и преломления, которая, хотя по моему собственному опыту я не мог себе представить, была настолько ошибочной, чтобы составлять угол всего 31', который в действительности составлял 2 градуса 49', все же мое любопытство побудило меня снова изготовить мою призму. И, поместив его, как и прежде, у моего окна, я заметил, что, поворачивая его немного вокруг своей оси туда-сюда, чтобы изменять его наклон к свету более чем на угол в 4 или 5 градусов, цвета не были таким образом ощутимо перенесены с их места на стене, и, следовательно, при таком изменении падения величина преломления ощутимо не менялась. Следовательно, из этого эксперимента, а также из предыдущих вычислений было очевидно, что разница в падении лучей, исходящих из различных частей солнца, не могла заставить их после перекрещивания расходиться под значительно большим углом, чем тот, под которым они сходились до этого; поскольку это самое большее, но около 31' или 32', все еще оставалась какая-то другая причина, которую необходимо выяснить, исходя из которой она могла составлять 2 градуса 49'.

Все это заставило Ньютона заподозрить, что лучи после прохождения их траектории через призму двигались по изогнутым, а не по прямым линиям, таким образом, имея тенденцию падать на стену в разных местах в зависимости от величины этой кривой. Его подозрения усилились еще и потому, что он случайно вспомнил, что теннисный мяч иногда описывает такую кривую, когда его "разрезают" теннисной ракеткой, наносящей косой удар по мячу.

"Поскольку гребок сообщает ему как круговое, так и поступательное движение, - говорит он, - его части с той стороны, где движения совпадают, должны давить и взбивать прилегающий воздух сильнее, чем с другой, и там сопротивление и реакция воздуха пропорционально сильнее. И по той же причине, если лучи света, возможно, представляют собой шаровидные тела и при их косом прохождении из одной среды в другую приобретают круговое движение, они должны испытывать большее сопротивление окружающего эфира с той стороны, где движения совпадают, и оттуда постоянно отклоняться к другой. Но, несмотря на это правдоподобное основание для подозрений, когда я начал изучать его, я не смог заметить в них такой искривленности. И, кроме того (чего было достаточно для моей цели), я заметил, что разница между длиной изображения и диаметром отверстия, через которое проходил свет, была пропорциональна их расстоянию.

Постепенное устранение этих подозрений, наконец, привело меня к *experimentum crucis*, который заключался в следующем: я взял две доски и, поместив одну из них вплотную за призмой у окна, так, чтобы свет проходил через небольшое отверстие, сделанное в ней для

этой цели, и падал на другую доску, которую я поместил на расстоянии около двенадцати футов, предварительно проделав в ней также небольшое отверстие, через которое проходила часть падающего света. Затем я поместил другую призму за этой второй доской, чтобы свет, проходящий по траектории через обе доски, мог пройти и через нее и снова преломиться, прежде чем достигнет стены. Покончив с этим, я взял в руки первую призму и медленно поворачивал ее назад и вперед вокруг своей оси, так чтобы несколько частей изображения, отлитых на второй доске, последовательно проходили через отверстие в ней, чтобы я мог наблюдать, в какие места на стене вторая призма будет их преломлять. И я увидел по изменению этих мест, что свет, стремящийся к тому концу изображения, к которому было произведено преломление первой призмы, во второй призме преломлялся значительно сильнее, чем свет, стремящийся к другому концу. И таким образом, было обнаружено, что истинная причина длины этого изображения заключается не в чем ином, как в том, что СВЕТ состоит из ЛУЧЕЙ С РАЗЛИЧНЫМ ПРЕЛОМЛЕНИЕМ, которые, независимо от какой-либо разницы в их падении, в зависимости от степени преломления, передавались в разные части стены".(1)

ПРИРОДА ЦВЕТА

Доказав таким образом состав света, Ньютон перешел к исчерпывающему обсуждению цветов, которое здесь не может быть подробно рассмотрено. Однако некоторые из его замечаний по поводу сложных цветов могут быть изложены частично. Взгляды Ньютона представляют особый интерес в этой связи, поскольку, как мы уже указывали, философы не смогли прийти к единому мнению относительно того, что представляет собой цвет. Некоторые считали, что цвет является неотъемлемой частью вещества; другие утверждали, что это просто отражение от поверхности; и никакое научное объяснение не было общепринятым. Ньютон завершает свою статью следующим образом:

Я мог бы привести еще несколько примеров такого рода, но в заключение остановлюсь на общем, что цвета всех природных тел не имеют иного происхождения, кроме этого, что они по-разному способны отражать один вид света в большем количестве, чем другой. И я экспериментировал с этим в темной комнате, освещая эти тела несоставным светом разных цветов. Ибо таким образом можно придать любому телу любой цвет. У них нет подходящего цвета, но они всегда кажутся цвета падающего на них света, но все же с той разницей, что они наиболее яркие в свете своего собственного дневного цвета. Сурик появляется там любого цвета, независимо от того, каким он проиллюстрирован, но все же наиболее ярким является красный; и точно так же Биз появляется безразлично любого цвета, которым он проиллюстрирован, но все же наиболее ярким является синий. И, следовательно, сурик отражает лучи любого цвета, но наиболее обильно те, которые окрашены в красный цвет; и, следовательно, при освещении дневным светом, то есть всеми видами лучей, беспорядочно смешанных, лучи, окрашенные в красный цвет, должны быть в наибольшей степени насыщены отраженным светом и своим преобладанием заставляют его казаться такого цвета. И по той же причине Бизон, наиболее обильно отражающий синий цвет, будет казаться голубым из-за избытка этих лучей в своем отраженном свете; и аналогично другим телам. И то, что это полная и адекватная причина их цветов, очевидно, потому что у них нет силы изменять цвета любого вида лучей, падающих отдельно, но они безразлично используют все цвета, которыми они освещены".(2)

Эта эпохальная статья вызвала бурю возражений. Некоторые оппоненты Ньютона критиковали его методы, другие даже сомневались в истинности его экспериментов. В вере Ньютона в то, что все призмы будут давать спектр точно такой же длины, была одна небольшая ошибка, и прошло некоторое время, прежде чем он исправил эту ошибку. Тем временем он терпеливо встречал аргументы своих оппонентов и отвечал на них, пока не начал чувствовать, что терпение больше не является добродетелью. Одно время он даже зашел так далеко, что заявил, что, как только он "освободится от этого бизнеса", он навсегда откажется от научных исследований, по крайней мере публично. Однако, к счастью для мира, он не придерживался этого определения, а пошел дальше к еще более великим открытиям, которые, можно добавить, вызвали еще большие споры.

Комментируя открытие Ньютоном состава света, Вольтер сказал: "Сэр Исаак Ньютон продемонстрировал глазу с помощью простой призмы, что свет представляет собой композицию цветных лучей, которые, будучи объединены, образуют белый цвет. Один луч разделяется им на семь, и все они падают на кусок полотна или лист белой бумаги в порядке расположения один над другим и на равных расстояниях. Первый - красный, второй - оранжевый, третий - желтый, четвертый -зеленый, пятый -синий, шестой - индиго, седьмой - фиолетово-фиолетовый. Каждый из этих лучей, пропущенных впоследствии сотней других призм, никогда не изменит свой цвет; точно так же, как золото, полностью очищенное от шлака, никогда не изменится впоследствии в тигле".(3)

XII. НЬЮТОН И ЗАКОН ВСЕМИРНОГО ТЯГОТЕНИЯ

Теперь мы переходим к рассказу о том, что, по общему мнению, является величайшим научным достижением. Закон всемирного тяготения - самый далеко идущий принцип из всех, когда-либо открытых. Она в равной степени применима как к мельчайшим частицам материи, так и к самым далеким солнцам во Вселенной, и все же она поражает своей простотой. Как обычно формулируют, закон таков: каждая частица материи во Вселенной притягивает каждую другую частицу с силой, которая изменяется прямо пропорционально массе частиц и обратно пропорционально квадратам их взаимного расстояния. Ньютон не сразу перешел к полному выражению этого закона, хотя он полностью сформулировал его до того, как представил результаты своих исследований миру. Теперь мы должны проследить шаги, с помощью которых он достиг этого кульминационного достижения.

С самого начала мы должны понять, что идея всемирного тяготения не была абсолютно оригинальной у Ньютона. Как мы видели, еще во времена древней Греции Анаксагор задумал и ясно выразил идею о том, что сила, удерживающая небесные тела на их орбитах, может быть той же самой, что действует на вещества на поверхности земли. У Анаксагора это было едва ли более чем предположением. После него идея, похоже, никем не высказывалась до пробуждения науки в семнадцатом веке. Затем рассмотрение Третьего закона движения планет

Кеплера навело многие умы, возможно, независимо друг от друга, на мысль о вероятности того, что сила, до сих пор упоминавшаяся просто как центростремительная, благодаря действию которой планеты удерживаются на своих орбитах, является силой, изменяющейся обратно пропорционально квадрату расстояния от солнца. Эта идея пришла в голову Роберту Гуку, Рену и, возможно, Галлею, а также Ньютону; но пока еще никто не придумал метода, с помощью которого можно было бы проверить справедливость этого предположения. Позже Гук заявил, что он открыл метод, демонстрирующий истинность теории обратных квадратов, и после полного объявления об открытии Ньютона разгорелась жаркая полемика, в ходе которой Гук выдвигал свои утверждения с привычной язвительностью. Гук, однако, так и не представил своей демонстрации, и вполне можно усомниться в том, что он нашел метод, который более чем смутно предполагал закон, частично открытый наблюдениями Кеплера. Великая заслуга Ньютона заключалась не столько в постижении закона обратных квадратов, сколько в демонстрации этого закона. Он пришел к этой демонстрации, рассматривая орбитальное движение Луны. Согласно известной истории, ставшей одним из классических научных мифов, Ньютона подтолкнули к решению этой проблемы наблюдения за падением яблока. Вольтер несет ответственность за эту историю, которая служит так же хорошо, как и другие; ее истинность или ложность нас ни в малейшей степени не должны волновать. Достаточно того, что размышляя над известным фактом земного тяготения, Ньютон задался вопросом, не может ли эта сила, которая так ощутимо действует здесь, на поверхности Земли, распространить свое влияние в глубины космоса, чтобы охватить, например, Луну. Очевидно, что какая-то сила постоянно притягивает Луну к земле; в противном случае это тело отлетело бы по касательной и никогда не вернулось. Не может ли эта так называемая центростремительная сила быть идентичной земному притяжению? Таков был вопрос Ньютона. Вероятно, многие другие люди со времен Анаксагора задавали тот же вопрос, но, несомненно, Ньютон был первым человеком, нашедшим ответ.

Мысль, которая пришла в голову Ньютону, заключалась в следующем: если мы составим диаграмму, иллюстрирующую орбитальный курс Луны за любой данный период, скажем, за одну минуту, мы обнаружим, что курс Луны отклоняется от прямой в течение этого периода на измеримое расстояние — то есть, Луну фактически притянуло к земле на величину, которая представлена разницей между ее фактическим положением в конце наблюдаемой минуты и положением, которое она заняла бы, если бы ее курс был тангенциальным, поскольку, согласно первому закону движения, это должно было быть, если бы не какая-то сила, отклонил его в сторону земли. Измеряя рассматриваемый прогиб, который эквивалентен так называемому сведенному синусу пройденной дуги, мы получаем основу для определения величины отклоняющей силы. Ньютон построил такую диаграмму и, измерив величину отклонения Луны от касательного прямолинейного курса за одну минуту, определил, что это составляет, по его расчетам, тринадцать футов. Таким образом, очевидно, что сила, действующая на Луну, является такой, которая заставила бы это тело упасть по направлению к земле на расстояние тринадцати футов в первую минуту его падения. Была бы такова сила притяжения, действующая на расстоянии Луны, если бы сила притяжения изменялась обратно пропорционально квадрату расстояния? Это была осязаемая форма, в которой проблема предстала перед Ньютоном. Математическое решение задачи было достаточно простым. Оно основано на сравнении расстояния до Луны с длиной радиуса Земли. Произведя этот расчет, Ньютон обнаружил, что сила притяжения — если это действительно та сила, которая управляет Луной, — приводит к падению этого тела чуть более чем на пятнадцать футов в первую минуту вместо тринадцати

футов. Это, несомненно, было наводящее на размышления приближение, но, с другой стороны, расхождение казалось слишком большим, чтобы оправдать его предположение о том, что он нашел истинное решение. Поэтому он на время выбросил этот вопрос из головы и не возвращался к нему в течение нескольких лет.

{подпись к иллюстрации = ДИАГРАММА, ИЛЛЮСТРИРУЮЩАЯ ЗАКОН ВСЕМИРНОГО ТЯГОТЕНИЯ НЬЮТОНА (Е представляет землю, А А - луну. Если бы притяжение земли к Луне прекратилось, то инерция Луны заставила бы ее двигаться по касательной, АВ. С другой стороны, если бы движение Луны было остановлено на мгновение, луна падала бы прямо к земле по линии АД. Фактическая орбита Луны, полученная в результате действия этих составляющих сил, равна АС. Пусть АС представляет фактический пролет Луны за одну минуту. Тогда ВС, который, очевидно, равен АД, представляет расстояние, на которое Луна практически приближается к земле за одну минуту. Фактические расчеты, основанные на измерениях орбиты Луны, показали, что это расстояние составляет около пятнадцати футов. Другое вычисление показало, что это расстояние, на которое Луна упала бы по направлению к земле под действием силы тяжести, исходя из предположения, что сила тяжести уменьшается обратно пропорционально квадрату расстояния; основу сравнения составляют падающие тела у поверхности земли. Теория и наблюдения, таким образом, совпали, и Ньютон был прав, заявив, что сила, которая притягивает Луну к земле и удерживает ее на ее орбите, является известной силой притяжения, и что она изменяется обратно пропорционально квадрату расстояния.)}

В свое время выяснилось, что гипотеза Ньютона была совершенно верна и что его метод демонстрации был в равной степени верен. Трудность заключалась в том, что в то время не были известны истинные размеры Земли. Неправильная оценка размеров Земли сводила на нет все остальные задействованные расчеты, поскольку измерение расстояния до Луны зависит от наблюдения параллакса, что не может привести к правильному вычислению, если точно не известна длина радиуса Земли. Первые вычисления Ньютона были сделаны еще в 1666 году, и только в 1682 году его внимание было привлечено к новому и, по-видимому, точному измерению градуса земного меридиана, сделанному французским астрономом Пикаром. Новое измерение составило в градусе земной поверхности 69,10 мили вместо шестидесяти миль.

Узнав об этом существенно измененном расчете размеров Земли, Ньютон был вынужден снова взяться за свою проблему падающей Луны. По мере того как он продолжал свои вычисления, становилось все более и более очевидным, что на этот раз результат должен был соответствовать наблюдаемым фактам. Как гласит история, он был настолько переполнен эмоциями, что был вынужден попросить друга выполнить простой расчет. Эта история вполне может быть правдой, поскольку, каким бы простым ни было вычисление, его результатом стала, возможно, самая замечательная демонстрация, до сих пор достигнутая во всей области науки. Теперь, наконец, стало известно, что сила тяготения действует на расстоянии Луны и удерживает это тело на его эллиптической орбите, и потребовалось лишь небольшое усилие воображения, чтобы предположить, что сила, действующая в таком обширном пространстве, распространяет свое влияние еще шире. То, что это действительно так, было продемонстрировано в настоящее время с помощью расчетов относительно спутников Юпитера и аналогичных расчетов относительно орбитальных движений различных планет. Все результаты согласуются, и Ньютон был прав, придя к выводу, что гравитация является универсальным свойством материи. Как мы увидим, ученым девятнадцатого века оставалось

доказать, что та же сила действительно действует на звезды, хотя следует добавить, что эта демонстрация лишь укрепила веру, которая уже нашла полное признание.

Изложив таким образом открытие Ньютона, мы должны теперь несколько подробнее рассмотреть этапы его прогресса и изложить его теории и их демонстрацию его собственными словами. Предложение IV., теорема 4, его Принципов заключается в следующем:

"Что Луна притягивается к земле и силой притяжения постоянно отклоняется от прямолинейного движения и удерживается на своей орбите.

"Среднее расстояние Луны от земли в сизигиях в полудиаметрах земли составляет, согласно Птолемею и большинству астрономов, 59 ; согласно Венделину и Гюйгенсу, 60 ; по Копернику, $60 \frac{1}{3}$; по Стрит, $60 \frac{2}{3}$; и по Тихо, $56 \frac{1}{2}$. Но Тихо и все, что следует за его таблицами преломлений, заставляя преломления солнца и Луны (в целом противоречащие природе света) превышать преломления неподвижных звезд, и это на четыре или пять минут ВБЛИЗИ ГОРИЗОНТА, увеличивали тем самым ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ параллакс Луны на такое же количество минут, то есть на двенадцатую или пятнадцатую часть всего параллакса. Исправьте эту ошибку, и расстояние составит около $60 \frac{1}{2}$ полудиаметра земли, что близко к тому, что назначили другие. Предположим, что среднее расстояние в сизигиях составляет 60 диаметров; и предположим, что один оборот Луны относительно неподвижных звезд совершается за 27 часов 7 минут 43 минуты, как определили астрономы; и окружность земли равна $123\,249\,600$ парижским футам, как определили французы путем измерения. И теперь, если мы представим, что Луна, лишенная всякого движения, должна быть отпущена, чтобы спуститься к земле с импульсом всей той силы, с помощью которой (по Кор. Реквизит iii.) он удерживается в своем шаре, он в течение одной минуты времени опишет в своем падении $15 \frac{1}{12}$ парижских футов. Ибо точный синус той дуги, которую Луна за одну минуту описала бы своим средним движением на расстоянии шестидесяти полудиаметров Земли, равен почти $15 \frac{1}{12}$ парижским футам, или, точнее, 15 футам, 1 дюйму, 1 прямой $\frac{4}{9}$. Следовательно, поскольку эта сила при приближении к земле увеличивается во взаимной пропорции расстояния и по этой причине у поверхности земли в 60×60 раз больше, чем у Луны, тело в наших регионах, падающее с такой силой, должно в течение одной минуты времени описать $60 \times 60 \times 15 \frac{1}{12}$ парижских футов; и в течение одной секунды времени описать $15 \frac{1}{12}$ этих футов, или, более точно, 15 футов, 1 дюйм, 1 линию $\frac{4}{9}$. И с помощью этой самой силы мы действительно обнаруживаем, что тела здесь, на земле, действительно опускаются; ибо секунды колебания маятника на широте Парижа составят 3 парижских фута и 8 линий $\frac{1}{2}$ в длину, как заметил Гюйгенс. А пространство, которое тяжелое тело описывает, падая за одну секунду, равно половине длины маятника в двойном отношении длины окружности к ее диаметру (как также показал Гюйгенс) и, следовательно, равно 15 парижским футам, 1 дюйму, 1 прямой $\frac{4}{9}$. И, следовательно, сила, с помощью которой Луна удерживается на своей орбите, - это та же самая сила, которую мы обычно называем гравитацией; ибо, будь гравитация другой силой, отличной от этой, тогда тела, падающие на землю под действием совместного импульса обеих сил, падали бы с удвоенной скоростью и в течение одной секунды описали бы $30 \frac{1}{6}$ парижских футов, что полностью противоречит опыту".(1)

Все это прекрасно понятно, и его обоснованность никогда за последние поколения не подвергалась сомнению; однако следует пояснить, что этот аргумент не сводится к действительно бесспорной демонстрации. По крайней мере, возможно, что совпадение между

наблюдаемым и рассчитанным движением Луны может быть простым совпадением и не более того. Эта вероятность, однако, настолько мала, что Ньютон имеет полное право пренебречь ею, и, как уже было сказано, все последующие поколения приняли это вычисление как демонстративное.

Давайте теперь произведем дальнейшие вычисления Ньютона относительно других планетных тел, переходя к его окончательному выводу о том, что гравитация является универсальной силой.

"ПРЕДЛОЖЕНИЕ V., ТЕОРЕМА V.

"Что планеты, обращающиеся вокруг Солнца, тяготеют к Юпитеру; планеты, обращающиеся вокруг Солнца, - к Сатурну; планеты, обращающиеся вокруг Солнца, - к Солнцу; и силами своего притяжения они отклоняются от прямолинейного движения и удерживаются на криволинейных орбитах.

"Ибо обращения околосолярных планет вокруг Юпитера, околосолярных планет вокруг Сатурна, Меркурия, Венеры и других околосолярных планет вокруг солнца являются явлениями того же рода, что и обращение Луны вокруг земли; и, следовательно, согласно Правилу ii., должны быть вызваны причинами того же рода; особенно с тех пор, как было продемонстрировано, что силы, от которых зависят эти обращения, стремятся к центрам Юпитера, Сатурна и солнца; и что эти силы, удаляясь от Юпитера, от Сатурна и от солнца, уменьшающееся в той же пропорции и по тому же закону, что и сила тяжести, удаляющаяся от земли.

"КОР. 1. Следовательно, существует сила притяжения, присущая всем планетам; ибо, несомненно, Венера, Меркурий и остальные являются телами того же рода, что и Юпитер и Сатурн. И поскольку все притяжения (по Закону iii.) взаимны, следовательно, Юпитер будет тяготеть ко всем своим спутникам, Сатурн - к своим, земля - к Луне, а солнце - ко всем основным планетам.

"КОР. 2. Сила притяжения, которая стремится к любой планете, пропорциональна квадрату расстояния мест от центра планеты.

"КОР. 3. — Все планеты взаимно притягиваются друг к другу, согласно Кор. 1 и 2, и, следовательно, Юпитер и Сатурн, находясь вблизи своего соединения, своим взаимным притяжением ощутимо нарушают движения друг друга. Итак, солнце нарушает движение луны; и как солнце, так и луна нарушают движение нашего моря, как мы объясним позже.

"SCHOLIUM

"Сила, удерживающая небесные тела на их орбитах, до сих пор называлась центростремительной; но теперь, когда стало ясно, что это не может быть ничем иным, как силой притяжения, мы будем в дальнейшем называть это тяготением. Ибо причина центростремительной силы, удерживающей Луну на ее орбите, распространится на все планеты по Правилам i, ii и iii.

"ПРЕДЛОЖЕНИЕ VI., ТЕОРЕМА VI.

"Что все тела тяготеют к каждой планете; и что веса тел по отношению к любой одной и той же планете на равных расстояниях от центра планеты пропорциональны количеству вещества, которое они содержат по отдельности.

"Другие уже давно наблюдали, что всевозможные тяжелые тела (с учетом неспособности замедляться, которой они страдают из-за малой силы сопротивления в воздухе) опускаются на землю С ОДИНАКОВОЙ ВЫСОТЫ за одинаковое время; и это равенство времен мы можем с большой точностью определить с помощью маятников. Я попробовал эту штуку из золота, серебра, свинца, стекла, песка, обычной соли, дерева, воды и пшеницы. Я приготовил две деревянные шкатулки, круглые и одинаковые по размеру: одну я наполнил деревом, а в центр колебаний другой подвесил золото такого же веса (настолько точно, насколько мог). Ящики, подвешенные на высоте одиннадцати футов, представляли собой пару маятников, точно равных по весу и форме и одинаково воспринимающих сопротивление воздуха. И, поместив один рядом с другим, я долго наблюдал, как они играют вместе вперед и назад с одинаковыми вибрациями. И, следовательно, количество вещества в золоте относилось к количеству вещества в дереве как действие движущей силы (или *vis motrix*) на все золото по отношению к действию того же самого на все дерево, то есть как вес одного по отношению к весу другого: и подобное происходило с другими телами. С помощью этих экспериментов в телах одинакового веса я мог бы явно обнаружить разницу в веществе, меньшую, чем тысячная часть целого, если бы таковая была. Но, без всякого сомнения, природа притяжения к планетам такая же, как и к земле. Ибо, если бы мы вообразили, что наши земные тела перенесены на лунный диск и там, вместе с луной, лишены всякого движения, должны быть отпущены, чтобы вместе упасть на землю, то из того, что мы продемонстрировали ранее, несомненно, что за одинаковое время они описали бы равные пространства с луной и, следовательно, по количеству и материи равны луне, как их вес по отношению к ее весу.

Более того, поскольку спутники Юпитера совершают свои обращения за время, равное полуторному соотношению их расстояний от центра Юпитера, их ускоряющая сила тяжести по отношению к Юпитеру будет равна квадрату их расстояний от центра Юпитера, то есть равна на равных расстояниях. И, следовательно, эти спутники, если предположить, что они падают К ЮПИТЕРУ с одинаковой высоты, описывали бы равные промежутки времени, подобно тому, как это делают тяжелые тела на нашей земле. И, исходя из того же аргумента, если бы предполагалось, что околосолнечные планеты должны падать на равных расстояниях от солнца, они бы в своем падении к солнцу описывали равные промежутки времени за одинаковое время. Но силы, которые в равной степени ускоряют неодинаковые тела, должны соответствовать этим телам, то есть веса планет (ПО ОТНОШЕНИЮ К СОЛНЦУ) должны соответствовать количеству их вещества. Далее, из чрезвычайно регулярных движений спутников следует, что вес Юпитера и его спутников по отношению к Солнцу пропорционален различным количествам их вещества. Ибо если бы некоторые из этих тел притягивались к солнцу сильнее, пропорционально количеству содержащегося в них вещества, чем другие, то это неравенство притяжения нарушило бы движение спутников. Если бы на равных расстояниях от солнца какой-либо спутник, пропорционально количеству его вещества, притягивался к Солнцу с силой, большей, чем Юпитер, пропорционально его силе, согласно любой заданной пропорции, предположим, d к e ; тогда расстояние между центрами солнца и орбитой спутника

всегда было бы больше расстояния между центрами солнца и Юпитера почти в двойном размере от этой пропорции: как я обнаружил с помощью некоторых вычислений. И если бы спутник действительно притягивался к солнцу с силой, меньшей в пропорции e к d , расстояние центра орбиты спутника от солнца было бы меньше, чем расстояние центра Юпитера от солнца в двойном размере той же пропорции. Следовательно, если бы на равных расстояниях от солнца ускоряющая сила тяжести любого спутника по отношению к Солнцу была больше или меньше ускоряющей силы тяжести Юпитера по отношению к Солнцу на одну тысячную часть от общей силы тяжести, расстояние центра орбиты спутника от солнца было бы больше или меньше расстояния Юпитера от солнца на одну двухтысячную часть от всего расстояния, то есть на пятую часть расстояния крайнего спутника от центра Юпитера; эксцентриситет орбиты был бы очень ощутим. Но орбиты спутников концентричны Юпитеру, и поэтому ускоряющая сила тяжести Юпитера и всех его спутников по отношению к Солнцу на равных расстояниях от солнца равна различным количествам вещества в них; а массы Луны и земли по отношению к Солнцу либо равны нулю, либо точно пропорциональны массам вещества, которое они содержат.

"КОР. 5. Сила притяжения имеет иную природу, чем сила магнетизма; ибо магнитное притяжение не таково, как притягивается материя. Некоторые тела притягиваются магнитом сильнее, другие - меньше, большинство тел - вообще нет. Сила магнетизма в одном и том же теле может увеличиваться и уменьшаться; и иногда из-за количества вещества она намного сильнее силы тяжести; и при удалении от магнита расстояние уменьшается не в двойном, а почти в тройном размере, насколько я мог судить по некоторым грубым наблюдениям.

"ПРЕДЛОЖЕНИЕ VII., ТЕОРЕМА VII.

"Что ко всем телам тяготеет сила притяжения, пропорциональная количеству вещества, которое они содержат.

"То, что все планеты взаимно тяготеют одна к другой, мы доказали ранее; так же как и то, что сила притяжения к каждой из них, рассматриваемой отдельно, взаимно равна квадрату расстояния мест от центра планеты. И отсюда следует, что сила тяжести, действующая на все планеты, пропорциональна материи, которую они содержат.

Более того, поскольку все части любой планеты A тяготеют к любой другой планете B ; и гравитация каждой части равна гравитации целого, как материя части равна материи целого; и каждому действию соответствует противодействие; следовательно, планета B , с другой стороны, будет тяготеть ко всем частям планеты A , и ее гравитация к любой одной части будет равна гравитации к целому, как материя части к материи целого. Q.E.D.

"СЛЕДОВАТЕЛЬНО, КАЗАЛОСЬ БЫ, сила целого должна проистекать из силы составных частей".

Ньютон заканчивает эту замечательную книгу III. следующими словами:

"До сих пор мы объясняли явления неба и нашего моря силой притяжения, но еще не определили причину этой силы. Несомненно, что это должно происходить от причины, которая проникает до самого центра солнца и планет, не испытывая ни малейшего уменьшения своей силы; которая действует не в соответствии с количеством поверхностей частиц, на которые она воздействует (как это обычно делали механические причины), но в соответствии с количеством твердой материи, которую они содержат, и распространяет свое действие во все стороны на

огромные расстояния, всегда уменьшаясь в одинаковых пропорциях расстояний. Притяжение к Солнцу складывается из притяжения к нескольким частицам, из которых состоит тело Солнца; и при удалении от солнца уменьшается точно в той же пропорции, что и расстояния до орбиты Сатурна, как это очевидно видно из состояния покоя афелионов планет; более того, и даже до самых отдаленных афелионов комет, если эти афелии также находятся в состоянии покоя. Но до сих пор я не был в состоянии обнаружить причину этих свойств гравитации на основе явлений, и я не выдвигаю никакой гипотезы; ибо все, что не выводится из явлений, должно называться гипотезой; а гипотезам, будь то метафизическим или физическим, оккультным или механическим, нет места в экспериментальной философии.... И для нас достаточно того, что гравитация действительно существует и действует в соответствии с законами, которые мы объяснили, и в изобилии служит для объяснения всех движений небесных тел и нашего моря".(2)

Сам масштаб важности теории всемирного тяготения сделал ее всеобщее признание вопросом значительного времени после фактического открытия. Это противодействие, конечно, было предвидено Ньютоном, и, как бы он ни боялся противоречий, он был готов встретиться с ними лицом к лицу и бороться до победного конца. Он знал, что его теория верна; ему оставалось убедить мир в ее истинности. Он знал, что некоторые из его современных философов примут это сразу; другие сначала будут сомневаться, задавать вопросы и спорить, но в конце концов примут; в то время как третьи будут сомневаться и спорить до конца своих дней. Такова была история других великих открытий; и это, вероятно, будет историей самых великих открытий за все времена. Но в данном случае первооткрыватель дожил до того, чтобы увидеть, как его теория была принята практически всеми великими умами его времени.

Деламбр является авторитетом для следующей оценки Ньютона Лагранжем. "Знаменитый Лагранж, — говорит он, — который часто утверждал, что Ньютон был величайшим из когда-либо существовавших гениев, обычно добавлял: "и самым удачливым, поскольку мы можем найти систему мира, которую можно установить не БОЛЕЕ ОДНОГО раза". С простительным преувеличением восхищенные последователи великого обобщителя произнесли эту эпитафию:

"Природа и законы природы скрыты в ночи;
Бог сказал: "Оставь Ньютона в покое!" - и все стало светом".

XIII. ТОЧНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ В ЭПОХУ НЬЮТОНА

В эпоху Ньютона было сделано множество важных изобретений научных приборов, а также внесено множество усовершенствований в более старые. О некоторых из этих открытий вкратце упоминалось в других местах, но их важность для продвижения научных исследований требует более полного рассмотрения некоторых из наиболее значительных.

Многие ошибки, возникавшие в различных научных расчетах до XVII века, могут быть объяснены грубостью и неточностью конструкции большинства научных приборов. Ученые тогда еще не поняли, что подход к абсолютной точности необходим при каждом исследовании в области науки и что такая точность должна быть распространена на конструкцию приборов, используемых в этих исследованиях и наблюдениях. Очевидно, что в астрономии наиболее важны инструменты высокой точности; однако Тихо Браге, жившему в шестнадцатом веке, приписывают звание первого астронома, чьи инструменты были сконструированы с особой тщательностью.

Кажется практически установленным, что первый телескоп был изобретен в Голландии в 1608 году; но трем мужчинам, Хансу Липперши, Джеймсу Метиусу и Захариасу Янсену, в разное время приписывалось это изобретение. Из некоторых документов, хранящихся сейчас в библиотеке Лейденского университета и включенных в труды Гюйгенса, следует, что Липпершей, вероятно, был первым, кто изобрел телескоп и описал свое изобретение. Рассказывают, что Липперши, который был производителем очков, случайно наткнулся на открытие, что когда две линзы находятся на определенном расстоянии друг от друга, объекты на расстоянии кажутся ближе и крупнее. Сделав это открытие, он снабдил две линзы трубкой, чтобы удерживать их на нужном расстоянии, и таким образом сконструировал первый телескоп.

Однако именно Галилей, о котором говорилось в предыдущей главе, первым сконструировал телескоп, основанный на его знаниях законов преломления. В 1609 году, услышав, что был изобретен инструмент, состоящий из двух линз, закрепленных в трубке, с помощью которых объекты казались больше и ближе, он приступил к конструированию такого инструмента, который должен был учитывать известные эффекты преломления. За его первым телескопом, сделанным из двух линз, закрепленных в свинцовой трубе, вскоре последовали другие улучшенные типы, и Галилей посвятил много времени и труда совершенствованию линз и исправлению ошибок. Фактически, его работа по разработке прибора была настолько важной, что телескоп постепенно стал известен как "телескоп Галилея".

В конструкции своего телескопа Галилей использовал выпуклую и вогнутую линзы; но вскоре после этого Кеплер изобрел инструмент, в котором обе линзы были выпуклыми. Этот телескоп давал гораздо большее поле зрения, чем телескоп Галилея, но не давал такого четкого изображения и, как следствие, не входил в широкое употребление до середины семнадцатого века. Первый мощный телескоп такого типа был изготовлен Гюйгенсом и его братом. Оно имело фокусное расстояние в двенадцать футов и позволило Гюйгенсу открыть новый спутник Сатурна, а также найти истинное объяснение кольцу Сатурна.

Именно Гюйгенс вместе с Мальвазией и Озутом впервые применили микрометр к телескопу, хотя изобретателем первого микрометра был Уильям Гаскойн из Йоркшира около 1636 года. Микрометр, используемый в телескопах, позволяет наблюдателю точно измерять небольшие угловые расстояния. До изобретения телескопа такие измерения ограничивались углом, который можно было различить невооруженным глазом, и были, конечно, точными лишь приблизительно. Даже очень внимательные наблюдатели, такие как Тихо Браге, смогли получить лишь довольно точные результаты. Но благодаря применению изобретения Гаскойна к телескопу сразу стала возможной почти абсолютная точность. Принцип действия микрометра Гаскойна заключался в том, что две стрелки лежали параллельно и в этом положении указывали на ноль. Они были расположены так, что поворот одного винта разделял или

приближал их по желанию, и образовавшийся таким образом угол можно было определить с абсолютной точностью.

Микрометр Гюйгенса представлял собой металлическую пластинку переменной ширины, вставленную в фокус телескопа. Наблюдая, в какой точке это точно покрывает исследуемый объект, и зная фокусное расстояние телескопа и ширину металла, он мог затем определить видимую угловую ширину объекта. Гюйгенс обнаружил также, что объект, помещенный в общий фокус двух линз телескопа "Кеплер", кажется отчетливым и четко очерченным. Микрометры Мальвазии, а позже Озута и Пикара, являются развитием этого открытия. Микрометр Мальвазии, который он описал в 1662 году, состоял из тонких серебряных проволочек, расположенных под прямым углом в фокусе его телескопа.

Однако по мере увеличения мощности телескопов было обнаружено, что даже тончайшая проволока или шелковые нити были слишком толстыми для астрономических наблюдений, поскольку они искажали изображение, и поэтому, в конце концов, паутина вошла в обиход и до сих пор используется в микрометрах и других подобных инструментах. Однако до этого времени тонкие скрещенные провода произвели революцию в астрономических наблюдениях. "Мы можем судить о том, насколько велико было усовершенствование, внесенное этими приспособлениями в искусство наблюдения, - говорит Уэвелл, - обнаружив, что Гевелиус отказался принять их, потому что они сделали бы все старые наблюдения бесполезными. Он провел кропотливую и активную жизнь, применяя старые методы, и ему было невыносимо думать, что все сокровища, которые он накопил, потеряли свою ценность из-за открытия новой шахты, более богатой".(1)

До времен Ньютона все использовавшиеся телескопы были либо галилеевского, либо кеплеровского типа, то есть рефракторами. Но примерно в 1670 году Ньютон сконструировал свой первый телескоп-рефлектор, который значительно превосходил, хотя и был намного меньше, использовавшиеся в то время телескопы. К этому изобретению его привели эксперименты со светом и цветами. В 1671 году он представил Королевскому обществу второй и несколько больший телескоп, который он изготовил; и этот тип инструмента был немного усовершенствован до появления ахроматического телескопа, изобретенного Честером Мур Холлом в 1733 году.

Как общеизвестно, элемент точного измерения времени играет важную роль в измерениях движения небесных тел. На самом деле одно едва ли было возможно без другого, и так случилось, что это был один и тот же человек, Гюйгенс, который усовершенствовал телескоп Кеплера и изобрел часы с маятником. Общая идея была предложена Галилеем; или, что еще лучше, им было отмечено равное время, затрачиваемое на последовательные колебания маятника. Однако он не смог применить это открытие на практике. Но в 1656 году Гюйгенс изобрел необходимый механизм для поддержания движения маятника и усовершенствовал несколько точных часов. Эти часы оказали неоценимую помощь астрономам, поскольку они позволяли отслеживать время "более точно, чем само солнце". Когда Пикард исправил колебания, вызванные воздействием тепла и холода на стержень маятника, путем сочетания металлов с разной степенью растяжимости, стала возможной высокая степень точности.

Но хотя маятниковые часы были непревзойденным стационарным часовым механизмом, они были бесполезны в таких нестабильных ситуациях, как, например, на борту корабля. Но и здесь Гюйгенс сыграл заметную роль, впервые применив спиральную балансирующую пружину для

регулировки часовых механизмов и морских часов. Идея применения пружины к балансиру, однако, не была оригинальной для Гюйгенса, поскольку впервые она была задумана Робертом Гуком; но применение Гюйгенса сделало идею Гука практической. В Англии важность обеспечения безопасности точных часов или морских хронометров была настолько высоко оценена, что парламент предложил награду в размере 20 000 фунтов стерлингов в качестве поощрения изобретателю такого хронометра. Непосредственным стимулом для этого предложения послужил очевидный факт, что с таким инструментом определение долготы мест было бы значительно упрощено. Воодушевленный этими предложениями, некий плотник по имени Харрисон обратил свое внимание на часовое дело и после многих лет труда в 1758 году изготовил пружинный хронометр, который за время морского путешествия, длившегося сто шестьдесят один день, менялся всего на одну минуту и пять секунд. Это принесло Харрисону награду в размере 5000 фунтов стерлингов сразу, а чуть позже еще 10 000 фунтов стерлингов от парламента.

Однако, пока изобретатели были заняты проблемой точных хронометров, был изобретен другой прибор для измерения долготы в море. Это был отражающий квадрант, или секстант, как теперь называют усовершенствованный инструмент, изобретенный Джоном Хэдли в 1731 году и независимо от него Томасом Годфри, бедным стекольщиком из Филадельфии, в 1730 году. Изобретение Годфри, которое было построено по тому же принципу, что и инструмент Хэдли, получило всеобщее признание только через два года после открытия Хэдли, хотя инструмент был закончен и фактически использовался в морском путешествии за несколько месяцев до того, как Хэдли сообщил о своем изобретении. Принцип действия секстанта, однако, по-видимому, был известен Ньютону, который сконструировал инструмент, мало чем отличающийся от инструмента Хэдли; но об этом изобретении забыли только через несколько лет после смерти философа и некоторое время после изобретения Хэдли.

Внедрение секстанта значительно упростило проведение расчетов в море, а также облегчило определение правильной долготы отдаленных мест. До этого времени моряку приходилось полагаться на свой компас, поперечную палку или астролэбию, таблицу склонения солнца и поправку на высоту полярной звезды, а также на очень неадекватные и неправильные карты. Такими инструментами пользовались Колумб, Васко да Гама и их непосредственные преемники.

В ньютоновский период обычно использовались микроскопы, сконструированные из простых линз, поскольку, хотя были известны составные микроскопы, трудности коррекции аберраций не были преодолены, и простой инструмент давал гораздо более четкое поле зрения. Однако результаты, полученные с помощью таких приборов, были весьма удовлетворительными во многих отношениях. Обратившись к некоторым таблицам в этом томе, которые воспроизводят иллюстрации из работы Роберта Гука о микроскопе, можно увидеть, что была достигнута довольно высокая степень эффективности. И следует напомнить, что Энтони фон Левенгук, смерть которого наступила незадолго до смерти Ньютона, открыл такие микроорганизмы, как бактерии, видел кровяные тельца в процессе циркуляции, а также исследовал и описал другие микроскопические структуры организма.

XIV. ПРОГРЕСС В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА ОТ ГИЛБЕРТА И ФОН ГЕРИКЕ ДО ФРАНКЛИНА

Мы видели, как Гилберт своими экспериментами с магнитами дал толчок изучению магнетизма и электричества. Гилберт сам продемонстрировал некоторые факты и выдвинул несколько теорий, но система общих законов должна была появиться позже. С этой целью открытие электрического отталкивания, равно как и притяжения, Фон Герике с его серным шариком было шагом вперед; но после начала работы Гилберта прошло около столетия, прежде чем в области электричества было сделано что-либо очень важное.

Однако в 1705 году Фрэнсис Хауксби начал серию экспериментов, которые привели к некоторым поразительным демонстрациям. В течение многих лет наблюдалось, что ртутный барометр иногда излучает странный свет, но Хауксби и другие научные исследователи предположили, что это свечение происходит из-за ртути в вакууме, вызванного, возможно, каким-то перемешиванием. То, что этот свет может иметь какую-либо связь с электричеством, поначалу Хауксби приходило в голову не больше, чем его предшественникам. Проблема, которая его интересовала, заключалась в том, необходим ли вакуум в трубке барометра для света; и, экспериментируя, чтобы определить это, он изобрел свой "ртутный фонтан". Выпустив воздух из приемника, содержащего немного ртути, он обнаружил, что, позволяя воздуху проходить через ртуть, металл превращается в струю, разбрасывающуюся во всех направлениях по стенкам сосуда, образуя мощный пылающий ливень, "подобный вспышкам молнии", как он сказал. Но ему показалось, что между этим светом и свечением, отмеченным на барометре, была разница. Это был яркий свет, тогда как индикатор барометра был всего лишь свечением. Размышляя над этим, Хауксби пробовал различные эксперименты, вращая кусочки янтаря, кремня, стали и другие вещества в своем ресивере с отработанным воздушным насосом, но результаты были отрицательными или неудовлетворительными. Наконец, ему пришло в голову самому вращать разряженную стеклянную трубку. Установив такой стеклянный шар на ось так, чтобы его можно было быстро вращать с помощью ремня, идущего от большого колеса, он обнаружил, что, прижимая пальцы к вращающемуся шару, появляется пурпурное свечение, дающее достаточно света, чтобы можно было прочесть грубый шрифт, а стены темной комнаты ощутимо светлели на расстоянии нескольких футов. По мере поступления воздуха в шар свет постепенно уменьшался, и ему показалось, что это уменьшенное свечение было очень похоже по внешнему виду на бледный свет ртутного барометра. Могло ли быть так, что причиной этого было стекло, а не ртуть? Подойдя к барометру, он начал тереть стекло над столбиком ртути в вакууме, не трогая ртуть, когда, к его удивлению, появился тот же слабый свет, по всем признакам идентичный свечению, наблюдаемому во вращающемся шаре.

Прокручивая в уме эти демонстрации, он вспомнил хорошо известный факт, что натертое стекло притягивает кусочки бумаги, листовую медь и другие легкие вещества, и что предполагалось, что это электрическое явление. Это привело его, наконец, к установлению доселе неожиданного факта, что свечение барометра было электрическим, как и свечение,

наблюдаемое в его вращающемся глобусе. Продолжая свои исследования, он вскоре обнаружил, что твердые стеклянные стержни при трении производят тот же эффект, что и трубка. По чистой случайности, случайно поднеся к щеке натертую трубку, он почувствовал воздействие электричества на кожу в виде "множества тонких, гибких волосков", и это навело его на мысль, что, поскольку таинственное проявление было таким очевидным, его можно было бы использовать для демонстрации его воздействия на различные вещества. Подвесив несколько шерстяных нитей над вращающимся стеклянным цилиндром, он обнаружил, что, как только он прикоснулся к стеклу руками, нити, которые были развеваемы ветром вращения, внезапно особым образом выпрямились и встали в радикальное положение, указывая на ось цилиндра.

Воодушевленный этими успехами, он, затаив дыхание, продолжил свои эксперименты и вскоре сделал еще одно важное открытие - "индукцию", хотя реальное значение этого открытия не было оценено ни им, ни, если уж на то пошло, кем-либо еще в течение нескольких последующих поколений. Это открытие было сделано путем размещения двух вращающихся цилиндров на расстоянии одного дюйма друг от друга, в одном из которых был выпущен воздух, а в другом - неистрачен. Положив руку на незажженную трубку, он заставил свет появиться не только на ней, но и на другой трубке. Немного позже он обнаружил, что для получения этого эффекта не обязательно вращать отработанную трубку, а просто поместить ее в непосредственной близости от другого вращающегося цилиндра.

Эти демонстрации Хауксби привлекли широкое внимание и дали толчок исследователям в области электричества; но по-прежнему большого прогресса достигнуто не было примерно за четверть века. Возможно, энергия ученых на данный момент была исчерпана исследованием новых областей, открытых для исследования колоссальной работой Ньютона.

ЭКСПЕРИМЕНТЫ СТИВЕНА ГРЕЯ

В 1729 году Стивен Грей (умер в 1736 году), эксцентричный и вспыльчивый старый пенсионер Чартерного дома в Лондоне, предпринял несколько исследований, аналогичных исследованиям Хауксби. Экспериментируя со стеклянной трубкой для производства электричества, как это делал Хауксби, он заметил, что пробки, которыми он заткнул концы трубки, чтобы исключить попадание пыли, казалось, притягивают кусочки бумаги и листовой меди, а также само стекло. Он сразу же предположил, что это таинственное электричество, или "сила", как его называли, может передаваться через другие вещества, как, по-видимому, через стекло.

"Имея при себе шарик из слоновой кости диаметром около одной и трех десятых дюйма, - пишет он, - с отверстием насквозь, я закрепил его на еловой палочке длиной около четырех дюймов, просунув другой конец в пробку, и, потеряв пробку, обнаружил, что шарик притягивал и отталкивал перо с большей силой, чем пробка, многократно повторяя свои притяжения и отталкивания. Затем я закрепил мяч на более длинных палочках, сначала на палочке длиной восемь дюймов, а затем на палочке длиной двадцать четыре дюйма, и обнаружил, что эффект тот же. Затем я воспользовался железной, а затем латунной проволокой, чтобы закрепить шарик, вставив другой конец проволоки в пробку, как и раньше, и обнаружил, что притяжение было таким же, как при использовании еловых палочек, и что, когда перо прижимали к какой-либо части проволоки, оно притягивалось ею; но хотя тогда оно находилось ближе к трубке, все же его притяжение было не таким сильным, как у шарика. Когда использовалась проволока

длиной в два или три фута, ее вибрации, вызванные трением трубки, затрудняли управление. Это навело меня на мысль, не будет ли электричество передаваться по проводу к шару, если подвесить шарик на упаковочной нити и закрепить петлей на трубке; соответственно, я обнаружил, что это удалось; потому что после подвешивания шарика на трубке на упаковочной нити длиной около трех футов, когда трубка была возбуждена трением, шарик из слоновой кости притягивал и отталкивал листовую медь, на которой он был закреплен, так же свободно, как когда он был подвешен на палочках или проволоке, так же как и шарик из пробки и другой шарик из свинца весом в один фунт с четвертью.

Затем Грей попытался определить, какие еще тела будут притягивать кусочки бумаги, и для этой цели он попробовал монеты, кусочки металла и даже чайник, "как пустой, так и наполненный горячей или холодной водой"; но он обнаружил, что сила притяжения оказалась одинаковой независимо от используемого вещества.

"Затем я приступил, - продолжает он, - к испытанию того, на какие большие расстояния могут передаваться электрические свойства, и, взяв с собой пустотелую трость, которая, как я полагаю, была частью рыболовной удочки, длиной два фута семь дюймов, я обрезал ее большой конец, чтобы он вошел в отверстие трубки, в которое она входила примерно на пять дюймов; затем, когда трость была вставлена в конец трубки и это привело к возбуждению, трость вытянула листовую медь на высоту более двух дюймов, как и шарик из слоновой кости, когда с помощью пробки и палки он был вытянут. прикреплен к концу трости.... Из нескольких кусков испанского тростника и еловых палочек я впоследствии сделал стержень, который вместе с трубкой был чуть больше восемнадцати футов в длину, что было наибольшей длиной, которую я мог удобно использовать в своей комнате, и обнаружил, что притяжение почти, если не совсем, такое же сильное, как при насаживании шарика на более короткие стержни".

Этот эксперимент исчерпал возможности его маленькой комнаты, но чуть позже, отправившись за город, он смог продолжить свои эксперименты. "К шесту длиной восемнадцать футов была привязана леска длиной тридцать четыре фута, так что шест и леска вместе составляли пятьдесят два фута. С шестом и трубкой я стоял на балконе, ассистент - внизу, на площадке, где он держал доску с медными листьями. Затем трубка, как обычно, возбуждалась, электрический ток проходил от трубки вверх по шесту и вниз по леске к шару из слоновой кости, который притягивал листовую медь, и когда шарик проходил над ним в своих колебаниях, листовая латунь следовала за ним, пока его не уносило с доски".

Затем Грей попытался направить электричество по линии, подвешенной горизонтально. Для этого он подвесил упаковочную нить на кусках бечевки, накрученных на гвозди, вбитые для этой цели в балки. Но, подвешенный таким образом, он обнаружил, что шарик из слоновой кости больше не возбуждает листовую медь, и он правильно предположил, что объяснение этого заключалось в том факте, что "когда электрический ток поступал в петлю, подвешенную к балке, он таким же образом поднимался к балке", но ни один из них не достигал шара. Однако, как мы увидим из дальнейшего, Грей еще не определил, что одни вещества будут проводить электричество, а другие - нет. Но по счастливой случайности он сделал открытие, что шелк, например, является плохим проводником, и его можно использовать для изоляции проводящего шнура.

Некий мистер Уэлер очень заинтересовался старым пенсионером и его работой, и, будучи гостем в доме Уэлеров, Грей повторил некоторые из своих прежних экспериментов с удочкой,

леской и шариком из слоновой кости. В конце концов он исчерпал высоту, с которой можно было проводить эти эксперименты, забравшись на башню с часами и разбросав кусочки листовой меди по земле внизу.

"Поскольку у нас здесь не было большей высоты, - говорит он, - мистер Уилер пожелал проверить, не сможем ли мы переносить электрическую силу горизонтально. Затем я рассказал ему о попытке, которую я предпринял с этой конструкцией, но безуспешно, рассказав ему об использованных методе и материалах, как упоминалось выше. Затем он предложил шелковую веревку для поддержки линии, по которой должен был проходить электрический ток. Я сказал ему, что это могло бы сработать лучше из-за его малости; так что от линии связи будет передаваться меньше полезных данных.

"Первый эксперимент был проведен в галерее с циновками 2 июля 1729 года, около десяти утра. Примерно в четырех футах от конца галереи проходила поперечная леска, концы которой были прикреплены к каждой стороне галереи двумя гвоздями; средняя часть лески была шелковой, остальная часть на каждом конце - упаковочной нитью; затем леска, к которой подвешивался шарик из слоновой кости и с помощью которой к нему от трубки должна была подаваться электрическая энергия, длиной восемьдесят с половиной футов, была наложена на поперечную шелковую леску, так что шарик висел примерно в девяти футах под ней. Затем другой конец лески был прикреплен к петле, подвешенной к стеклянной палочке, а листовая латунь удерживалась под шариком на листе белой бумаги; когда трубку протирали, шарик притягивал листовую медь и удерживал ее на нем некоторое время".

Этот эксперимент удался настолько успешно, что веревку удлиннили до тех пор, пока она не достигла примерно двухсот девяноста трех футов в длину; и все же сила притяжения сохранялась, по-видимому, такая же сильная, как и прежде. Однако при еще большем удлинении шнура дополнительный вес оказался слишком большим для прочности шелковой подвесной нити. "При этом, - говорит Грей, - поскольку я захватил с собой и медную, и железную проволоку, вместо шелковой мы прикрепили тонкую железную проволоку; но она была слишком слабой, чтобы выдержать вес лески. Затем мы взяли латунную проволоку несколько большего размера, чем железная. Это поддерживало нашу линию связи; но хотя трубка была хорошо потерта, все же не было ни малейшего движения или притяжения от шарика, ни от большой трубки, которой мы воспользовались, когда обнаружили, что маленькая прочная трость неэффективна; благодаря этому мы теперь убедились, что успех, которого мы добивались раньше, зависел от того, что линии, поддерживающие линию связи, были шелковыми, а не от того, что они были тонкими, как я предполагал до испытания; здесь происходит тот же эффект, что и тогда, когда линия, которая должна передавать электрическую силу, поддерживается упаковочной нитью".

Вскоре после этого Грей и его хозяин подвесили поперек поля на шестах вьючную нить длиной шестьсот шестьдесят шесть футов, причем эти шесты были слегка наклонены, чтобы нить можно было подвешивать сверху на маленьких шелковых шнурах, обеспечивая таким образом необходимую изоляцию. Эта проволочная линия, подвешенная на столбах, по которой Грей смог передавать электричество, очень напоминает современный телеграф, но идея подачи сигналов или использования ее для какой-либо связи, по-видимому, никому не приходила в голову в то время. Даже преемники Грея, построившие линии длиной в несколько тысяч футов, не пытались использовать их ни для чего, кроме экспериментальных целей — просто для

проверки расстояния, на которое может быть направлен ток. Тем не менее, Грею, вероятно, следует приписать открытие двух наиболее важных свойств электричества — его можно проводить и изолировать, хотя, как мы видели, Гилберт и Фон Герике имели представление об обоих этих свойствах.

ЭКСПЕРИМЕНТЫ СИСТЕРНЕ ДЮФЭ

До сих пор Англия производила двух ведущих специалистов в области электроэнергетики. Теперь настала очередь Франции приложить руку и, благодаря усилиям Шарля Франсуа де Систерне Дюфэ, очень существенно продвинуть науку об электричестве. Дюфэ был высокообразованным ученым, который в свое время был солдатом и дипломатом, но о его разносторонности и способностях ученого свидетельствует тот факт, что он был единственным человеком, который когда-либо внес свой вклад в анналы исследований академии по каждому из шести предметов, признанных этим учреждением достойными признания. Дюфэ поддерживал свою репутацию в этой новой области науки, сделав множество открытий и исправив множество ошибок бывших наблюдателей. В этой работе он также проявил себя великим дипломатом, сохранив тесные дружеские отношения с доктором Греем — на что мало кто был способен.

Почти первым его шагом было опровержение убеждения, что одни тела являются "электрическими", а другие - "неэлектрическими", то есть что некоторые вещества при растирании проявляют определенные особенности в притягивании кусочков бумаги и фольги, чего нет у других. Дюфэ доказал, что все тела в определенной степени обладают этим качеством.

"Я обнаружил, что все тела (за исключением металлических, мягких или текучих), - говорит он, - можно сделать электрическими, сначала более или менее нагрев их, а затем натерев любой тканью. Так что все виды камней, как драгоценных, так и обычных, все виды дерева и вообще все, с чем я пробовал, становились электрическими при ударе и трении, за исключением таких тел, которые размягчаются при ударе, как камедь, которая растворяется в воде, клею и подобных веществах. Следует также отметить, что самые твердые камни или мрамор требуют большего натирания или нагрева, чем другие, и что то же правило действует в отношении древесины; так что самшит, *lignum vitae* и подобные другие должны быть натерты почти до потемнения, тогда как ель, липа и пробка требуют лишь умеренного нагревания.

Прочитав в одном из писем м-ра Грея, что воду можно сделать электрической, держа рядом с ней стеклянную пробирку с возбужденным воздухом (чашку с водой прикрепляют к подставке и ставят на стеклянную тарелку или на край стакана для питья, предварительно растертый или иным образом подогретый), я обнаружил на пробу, что то же самое происходит со всеми телами без исключения, будь то твердые или жидкие, и что для этой цели было достаточно поместить их на стеклянную подставку, слегка подогретую или только высушенную, а затем поднести к ним пробирку, и они немедленно становятся электрическими. . Я проделал этот эксперимент со льдом, с зажженным древесным углем и со всем, что приходило мне в голову; и я постоянно отмечал, что те тела, которые сами по себе были наименее электрическими, получали наибольшую степень электричества, передаваемого им с разрешения стеклянной трубки ".

Его следующим важным открытием было то, что цвета не имеют ничего общего с проводимостью электричества. "Мистер Грей говорит в конце одного из своих писем, - пишет

он, - что тела притягиваются в большей или меньшей степени в зависимости от их цвета. Это привело меня к проведению нескольких очень необычных экспериментов. Я взял девять шелковых лент одинакового размера, одну белую, одну черную и остальные семь из семи основных цветов, и, повесив их все по порядку в одну линию, а затем поднеся к ним трубочку, сначала притянули черную, затем белую и другие по порядку до красной, которая притягивалась меньше всего, и последней из всех. После этого я вырезал девять квадратных кусочков марли того же цвета вместе с лентами и, надев их один за другим на деревянный обруч с позолотой под ними, позолота проходила через все цветные кусочки марли, но не через белую или черную. Сначала это склонило меня к мысли, что цвета вносят большой вклад в электричество, но три эксперимента убедили меня в обратном. Во-первых, при нагревании кусочков марли ни черные, ни белые кусочки не препятствовали действию электрической трубки больше, чем кусочки других цветов. Аналогичным образом, при нагревании лент черное и белое притягиваются не сильнее, чем остальные. Во-вторых, когда марля и ленты смачиваются, все ленты притягиваются одинаково, и все кусочки марли в равной степени перехватывают действие электрических тел. Третье заключается в том, что при отбрасывании цветов призмы на белую марлю не возникает никаких различий в притяжении. Отсюда следует, что это различие проистекает не из цвета как такового, а из веществ, которые используются при окрашивании. Ибо когда я раскрашивал ленты, натирая их древесным углем, кармином и другими подобными веществами, различия уже не казались прежними".

В связи со своими экспериментами с нитью, подвешенной на стеклянных столбах, Дюфэ отметил, что определенная часть тока теряется, отдаваясь в окружающий воздух. Поэтому он рекомендовал, чтобы шнуры, с которыми проводились эксперименты, были обернуты каким-нибудь непроводником — чтобы они были "изолированы" ("isolee"), как он сказал, впервые используя этот термин.

ДЮФАЙ ОТКРЫЛ СТЕКЛОВИДНОЕ И СМОЛИСТОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

В предыдущей главе было показано, как Фон Герике обнаружил, что легкие вещества, такие как перья, притягиваясь к электрической машине с шариками серы, отталкиваются ею до тех пор, пока не коснутся какого-нибудь объекта. Фон Герике отметил это, но не смог удовлетворительно объяснить. Дюфэ, повторяя эксперименты фон Герике, обнаружил, что если, в то время как возбужденная трубка или шарик серы гонит перед собой отбитое перо, снова коснуться или потереть шарик, пероснова приближается к нему и попеременно отталкивается, по мере того как рука касается шарика или отводится. Из этого он сделал вывод, что наэлектризованные тела сначала притягивают тела не наэлектризованные, "заряжают" их электричеством, а затем отталкивают их, и заряженное таким образом тело не притягивается снова до тех пор, пока оно не разрядит свое электричество, прикоснувшись к чему-либо.

"Проводя эксперимент, о котором рассказал Отто фон Герике, - говорит он, - который заключается в том, что шарик из серы становится электрическим, чтобы отталкивать пуховое перо, я заметил, что те же эффекты производились не только трубкой, но и всеми электрическими телами вообще, и я обнаружил то, что объясняет большую часть неправильностей и, если можно так выразиться, капризов, которые, по-видимому, сопровождают большинство экспериментов с электричеством. Этот принцип заключается в том, что электрические тела притягивают все, что таковым не является, и отталкивают их, как только они становятся электрическими из-за близости электрического тела или его контакта с

ним. Таким образом, сусальное золото сначала притягивается трубкой и, приближаясь к ней, приобретает электричество и, как следствие, немедленно отталкивается ею. Оно также не притягивается обратно, пока сохраняет свои электрические свойства. Но если, пока он таким образом поддерживается в воздухе, ему случается загореться на каком-нибудь другом теле, он сразу же теряет свое электричество и, следовательно, снова притягивается трубкой, которая, дав ему новое электричество, отталкивает его во второй раз, что продолжается до тех пор, пока трубка сохраняет свое электричество. Применяв этот принцип к различным экспериментам с электричеством, можно быть удивленным количеством неясных и сбивающих с толку фактов, которые он проясняет. Ибо знаменитый эксперимент мистера Хауксби со стеклянным шаром, в который помещены шелковые нити, является необходимым следствием этого. Когда эти нити расположены в форме лучей под действием электричества сторон шара, если приложить палец к внешней стороне шара, шелковые нити внутри отлетают от него, как хорошо известно, что происходит только потому, что палец или любое другое тело, приложенное к стеклянному шару, таким образом становится электрическим и, следовательно, отталкивает шелковые нити, которые наделены тем же качеством. Немного поразмыслив, мы можем таким же образом объяснить большинство других явлений, которые кажутся необъяснимыми без учета этого принципа.

"Случай подсказал мне другой принцип, более универсальный и замечательный, чем предыдущий, и который проливает новый свет на предмет электричества. Этот принцип заключается в том, что существуют два различных электричества, сильно отличающихся друг от друга, одно из которых я называю стекловидным электричеством, а другое смолистым электричеством. Первый - это стекло, горный хрусталь, драгоценные камни, волосы животных, шерсть и многие другие органы. Второй - это янтарь, копал, жевательная резинка, шелковые нити, бумага и ряд других веществ. Характерной чертой этих двух электрических состояний является то, что, например, стекловидное электрическое тело отталкивает все то, что относится к тому же электричеству, и, наоборот, притягивает все то, что относится к смолистому электричеству; так что трубка, сделанная электрической, будет отталкивать стекло, хрусталь, волосы животных и т.д., Когда она станет электрической, и будет притягивать шелковую нить, бумагу и т.д., хотя они также будут электрическими. Янтарь, напротив, притягивает электрическое стекло и другие вещества того же класса и отталкивает камедь-мешочек, копал, шелковую нить и т.д. Две шелковые ленты, наэлектризованные, будут отталкиваться друг от друга; две шерстяные нити будут делать то же самое; но шерстяная нить и шелковая нить будут взаимно притягивать друг друга. Этот принцип очень естественно объясняет, почему концы шелковых или шерстяных нитей отходят друг от друга в форме карандаша или метелки, когда они приобретают электрическое качество. Из этого принципа можно с такой же легкостью вывести объяснение большого числа других явлений; и вполне вероятно, что эта истина приведет нас к дальнейшему открытию многих других вещей.

"Чтобы сразу узнать, к какому из двух классов электричества относится какое-либо тело вообще, нужно только придать электрическую силу шелковой нити, которая, как известно, состоит из смолистого электричества, и посмотреть, притягивает или отталкивает это тело, получившее электрическую силу. Если он притягивает его, то, несомненно, обладает тем видом электричества, который я называю СТЕКЛОВИДНЫМ; если, напротив, он отталкивает его, то это электричество того же рода, что и шелк, то есть СМОЛИСТОЕ. Я также заметил, что передаваемое электричество сохраняет те же свойства; ибо, если шарик из слоновой кости или дерева поместить на стеклянную подставку и придать этому шарiku электрическую силу с

помощью трубки, он будет отталкивать те вещества, которые отталкивает трубка; но если его придать электрическую силу, приложив к нему цилиндр из жевательной резинки, это произведет совершенно противоположный эффект, а именно, точно такой же, какой произвел бы жевательный мешочек. Чтобы преуспеть в этих экспериментах, необходимо, чтобы два тела, помещенные рядом друг с другом, для выяснения природы их электричества, были представлены как можно более электрическими, ибо если бы одно из них вообще не было электрическим или имело лишь слабую электрическую силу, оно притягивалось бы другим, хотя и было такого рода, что, естественно, должно было бы им отталкиваться. Но эксперимент всегда будет успешным, если оба тела достаточно наэлектризованы".(1)

Как мы теперь знаем, Дюфэ ошибался, предполагая, что существуют два разных вида электричества: стекловидное и смолистое. Немного позже этот вопрос был объяснен, назвав одно "положительным" электричеством, а другое "отрицательным", и считалось, что определенные вещества производят только один вид, свойственный этому конкретному веществу. Однако вскоре мы увидим, что примерно двадцать лет спустя английский ученый развеял эту иллюзию, производя одновременно как положительное (или стекловидное), так и отрицательное (или смолистое) электричество на одной и той же стеклянной трубке.

После смерти Дюфэ его работу продолжил его соотечественник доктор Джозеф Дегаулье, который был первым экспериментатором по электрификации проточной воды и, вероятно, первым предположил, что облака могут быть наэлектризованными телами. Но примерно в это же время — то есть незадолго до середины восемнадцатого века — область наибольшей экспериментальной активности была перенесена в Германию, хотя и Англия, и Франция все еще были активны. Двумя немецкими философами, добившимися наибольших успехов в то время, были Кристиан Август Хансен и Георг Маттиас Бозе, оба профессора в Лейпциге. Оба, по-видимому, одновременно и независимо друг от друга задумали идею выработки электроэнергии вращающимися шарами, приводимыми в движение ремнем и колесом, во многом таким же образом, как аппарат Хауксби.

С помощью таких машин можно было вырабатывать гораздо большее количество электроэнергии, чем Дюфэ смог добиться с помощью натертой трубки, и, оснащенные таким образом, два немецких профессора смогли генерировать электрические искры и струи огня самым поразительным образом. Бозе, в частности, любил зрелища, которые он неоднократно использовал в своей новой электрической машине. По одному из таких случаев он приготовил изысканный ужин, на который было приглашено большое количество выдающихся гостей. Однако перед прибытием компании Бозе покрыл огромный банкетный стол лепешками из смолы, а затем подключил его к огромной электрической машине, спрятанной в другой комнате. Когда все было готово, а гости уже собирались рассаживаться по своим местам, Бозе подал секретный сигнал для запуска этой машины, когда, к изумлению собравшихся, языки пламени вырвались из цветов, блюд и яств, являя собой самое поразительное, но красивое зрелище.

Чтобы еще больше усилить изумление своих гостей, Бозе затем представил красивую молодую леди, которой был представлен каждый из молодых людей на вечеринке. Каким-то таинственным образом она была изолирована и соединена со скрытой электрической машиной, так что, когда каждый кавалер прикасался к кончикам ее пальцев, он получал удар электрическим током, который "заставлял его шататься". Не удовлетворившись этим, хозяин

пригласил молодых людей поцеловать прекрасную служанку. Но те, кто был достаточно смел, чтобы попытаться это сделать, получили удар электрическим током, который, по словам профессора, чуть не "выбил им зубы".

ЭКСПЕРИМЕНТ ЛЮДОЛЬФА С ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ИСКРОЙ

Но Бозе был лишь одним из нескольких немецких ученых, проводивших сложные эксперименты. Пока Бозе конструировал и экспериментировал со своей огромной машиной, другой немец, Кристиан Фридрих Людольф, продемонстрировал, что электрические искры — это настоящий огонь, факт, о котором давно подозревали, но до сих пор недоказанный. Открытие Людольфа, как оказалось, было сделано в лекционном зале реорганизованной Академии наук в Берлине, перед аудиторией ученых и выдающихся личностей, на вступительной лекции в 1744 году.

В ходе этой лекции по электричеству, во время которой демонстрировались некоторые из хорошо известных проявлений электричества, Людольфу пришло в голову попытаться воспламенить какую-нибудь легковоспламеняющуюся жидкость, высекая электрическую искру на ее поверхности стеклянной палочкой. Эта идея пришла ему в голову во время проведения знакомого эксперимента по зажиганию искры на поверхности чаши с водой путем прикосновения к ней заряженной стеклянной палочкой. Он объявил своей аудитории об эксперименте, который собирался провести, и, подогрев ложку серного эфира, коснулся стеклянной палочкой его поверхности, отчего она вспыхнула пламенем. Этот эксперимент не оставлял места для сомнений в том, что электрическая искра была настоящим огнем.

Как только об этом эксперименте Людольфа стало известно Бозе, он немедленно заявил, что ранее проводил аналогичные демонстрации на различных легковоспламеняющихся веществах, как жидких, так и твердых; и представляется весьма вероятным, что он это делал, поскольку он постоянно экспериментировал с искрами и почти наверняка поджег определенные вещества случайно, если не намеренно. Во всяком случае, он провел серию экспериментов в этом направлении с пользой для дела, в конце концов преуспев во взрыве пороха и, таким образом, создав первого предшественника электрических запалов, которые сейчас так широко используются для подрыва, стрельбы из пушек и других подобных целей. Бозе также был тем, кто, наблюдая некоторые странные проявления в наэлектризованных трубках и заметив их сходство с "северным сиянием", был одним из первых, если не первым, кто предположил, что северное сияние имеет электрическое происхождение.

Эти впечатляющие демонстрации привлекли внимание общественности к тому факту, что электричество - это, мягко говоря, самая удивительная и загадочная вещь, и заставили как ученых, так и непрофессионалов трепетать в ожидании. Сам Бозе пылал от возбуждения и был настолько решителен в своих попытках создать еще более сильные электрические токи, что пожертвовал трубой своего двадцатифутового телескопа ради постройки гигантской электрической машины. С помощью этой огромной машины был произведен электрический разряд, достаточно мощный, чтобы поранить кожу при случайном попадании на нее.

До этого времени электричество было не более чем игрушкой ученых - или, по крайней мере, ему не находилось практического применения. Как практикующий врач Гилберт первым заложил основу для экспериментов с новым веществом, так и медик первым попытался применить его на практике, причем в области своей профессии. Готлиб Крюгер, профессор

медицины в Галле, в 1743 году предположил, что электричество может быть использовано в некоторых отраслях медицины; а годом позже Кристиан Готлиб Кратценштейн провел первый эксперимент по определению воздействия электричества на организм. Он обнаружил, что "работа сердца ускорилась, кровообращение усилилось и что разряд заставил мышцы сокращаться", и он сразу же начал применять электричество при лечении некоторых заболеваний. Он обнаружил, что он благотворно действует при ревматических заболеваниях и что он особенно полезен при некоторых нервных заболеваниях, таких как параличи. Это было более века назад, и сегодня наиболее важным применением особого вида электричества, с которым он экспериментировал (статического, или фрикционного), является лечение заболеваний, поражающих нервную систему.

К середине века по Европе распространилась настоящая мания создания электрических машин, и вращающиеся глобусы, натертые вручную, постепенно заменили большими цилиндрами, натертыми шерстяными тряпками или прокладками, вырабатывающими "огромную мощность электричества". Эти цилиндры приводились в движение ремнями и ножными педалями и давали более мощный, постоянный и удовлетворительный ток, чем было известно до сих пор. Проводя эксперименты с одной из таких машин, Иоганн Хайнрихс Винклер попытался измерить скорость, с которой распространяется электричество. Для этого он протянул шнур, подвешенный на шелковых нитях, конец которого был прикреплен к машине и который должен был притягивать кусочки сусального золота достаточно близко друг к другу, чтобы оператор мог наблюдать и измерять интервал времени, прошедший между пуском тока по шнуру и притягиванием им сусального золота. Длина шнура, использованного в этом эксперименте, составляла всего немногим более ста футов, и этого, конечно, было совершенно недостаточно, поскольку ток, по-видимому, распространялся в этом пространстве мгновенно.

Усовершенствованный метод выработки электроэнергии, вошедший во всеобщее употребление, заставил некоторых ученых снова обратить свое внимание на попытку найти ему какое-либо практическое применение. К этим усилиям их подтолкнули постоянные упреки, которые начали раздаваться со всех сторон в том, что электричество - всего лишь "философская игрушка". Одним из первых, кому удалось изобрести нечто, приближенное к практическому механическому устройству, был Эндрю Гордон, шотландский монах-бенедиктинец. Он изобрел электрический звонок, который звонил автоматически, и маленький "моторчик", если его можно так назвать. И хотя ни одно из этих изобретений само по себе не имело никакого практического значения, они были попытками в правильном направлении и стали первыми предками современных электрических звонков и двигателей, хотя принцип, по которому они работали, полностью отличался от современных электрических машин. Двигатель представлял собой просто колесо с несколькими выступающими металлическими точками по ободу. Эти точки были расположены так, чтобы получать электрический разряд от машины трения, который заставлял колесо вращаться. Однако для этого вращения было приложено очень мало силы, на самом деле недостаточной для того, чтобы можно было более чем едва поворачивать само колесо. Прежде чем стал возможен практический двигатель, потребовались еще два великих открытия - гальванизм и электромагнитная индукция.

У трезвого Гордона был вкус к зрелищному, почти такой же, как у Боза. Именно он воспламенил чашу со спиртом, направив на нее струю наэлектризованной воды, таким образом представив кажущийся парадоксом пожар, вызванный струей воды. Гордон также продемонстрировал силу

электрического разряда, убивая мелких птиц и животных на расстоянии двухсот локтей, причем электричество передавалось на это расстояние по небольшим проводам.

ОБНАРУЖЕН ЛЕЙДЕНСКИЙ КУВШИН

До сих пор никто не обнаружил, что электричество может накапливаться или вырабатываться каким-либо иным способом, кроме как с помощью какого-либо фрикционного устройства. Но очень скоро два экспериментатора, Дин фон Клейст из Камина, Померания, и Питер ван Мушенбрук, знаменитый учитель из Лейдена, по-видимому, независимо друг от друга, сделали открытие того, что с тех пор известно как лейденская банка. И хотя Мушенбруку иногда приписывают роль первооткрывателя, не может быть никаких сомнений в том, что открытие фон Клейста опередило его по крайней мере на несколько месяцев.

Фон Клейст обнаружил, что с помощью устройства, сделанного из бутылки с узким горлышком, содержащей спирт или ртуть, в которую был вставлен железный гвоздь, он смог сохранить заряд электричества после электрификации этого устройства с помощью машины трения. Он сделал также аналогичное устройство, больше напоминающее современную лейденскую банку, из трубки термоса, частично заполненной водой, и проволоки, на конце которой был свинцовый шарик. С помощью этих устройств он обнаружил, что может сохранять заряд электричества в течение нескольких часов и может производить обычные электрические проявления, вплоть до воспламенения спиртных напитков, совершенно так же хорошо, как с помощью фрикционной машины. Впервые эти эксперименты были проведены в октябре 1745 года, и после месяца дальнейших экспериментов фон Клейст отправил следующий отчет о них нескольким ведущим ученым, среди прочих доктору Либеркуну в Берлине и доктору Крюгеру в Галле.

"Когда гвоздь или кусок толстой медной проволоки помещают в маленький аптекарский флакон и заряжают электричеством, возникают замечательные эффекты; но флакон должен быть очень сухим или теплым. Обычно я предварительно натираю его пальцем, на который наношу немного толченого мела. Если добавить в него немного ртути или несколько капель винного спирта, эксперимент проходит успешнее. Как только эту склянку и гвоздь извлекают из электризирующего стекла или убирают первичный проводник, к которому она была приложена, из нее выбрасывается огненный стержень такой длины, что с этой зажигательной машинкой в руке я сделал более шестидесяти шагов по своей комнате. Когда он сильно наэлектризован, я могу вынести его в другую комнату и там поджечь с его помощью винный спирт. Если во время наэлектризовывания я подношу палец или кусочек золота, который держу в руке, к ногтю, я получаю удар, который оглушает мои руки и плечи.

"Жестяная трубка или человек, помещенный на электропроводку, электризуется этим способом гораздо сильнее, чем обычным. Когда я подношу этот флакон и гвоздь к оловянной трубке, которая у меня есть, длиной пятнадцать футов, ничто, кроме опыта, не может заставить человека поверить, насколько сильно она наэлектризована. Я убежден, - добавляет он, - что таким образом мистер Боуз не стал бы подвергаться второму электрическому поцелую. От удара током разбились два тонких бокала. Мне кажется очень необычным, что когда этот флакон и гвоздь соприкасаются либо с проводящим, либо с непроводящим веществом, сильного удара не следует. Я приклеивал его к дереву, металлу, стеклу, сургучу и т.д., Когда электрифицировал без особого эффекта. Следовательно, человеческое тело должно вносить в это какой-то вклад. Это

мнение подтверждается моим наблюдением, что, пока я не держу флакон в руке, я не могу разжечь из него винный спирт".(2)

Но, похоже, что никто из людей, видевших этот отчет, не смог повторить эксперимент и произвести эффекты, о которых заявлял фон Клейст, и, вероятно, по этой причине открытие малоизвестного померанского шпица было на время упущено из виду.

Открытие Мушенбрука было сделано вскоре после открытия фон Клейста - фактически, всего лишь двумя месяцами позже. Но разница в репутации двух первооткрывателей обеспечила совершенно разный прием их открытий. Мушенбрук был одним из выдающихся преподавателей Европы и настолько широко известен, что великие университеты соперничали друг с другом, а короли предлагали свои услуги. Естественно, о любом открытии, сделанном таким известным человеком, вскоре стало бы известно из одного конца Европы в другой. И вот, когда этот лейденский профессор сделал свое открытие, прибор стали называть "лейденской банкой", за неимением лучшего названия. Не может быть никаких сомнений в том, что Мушенбрук сделал свое открытие совершенно независимо от каких-либо сведений фон Кляйста или, если уж на то пошло, никогда не слышал о померанском шпице, и его действия в этом вопросе абсолютно благородны.

Его открытие было результатом несчастного случая. Во время экспериментов по определению силы электричества он подвесил ствол пистолета, который заряжал электричеством от вращающегося стеклянного шара. От конца ружейного ствола, противоположного глобусу, отходила латунная проволока, которая уходила в стеклянную банку, частично заполненную водой. Мушенбрук держал в одной руке эту банку, а другой пытался высекать искры из ствола. Внезапно он получил удар в руку, державшую банку, который "потряс его, как удар молнии", и на мгновение заставил поверить, что "с ним покончено". Тем не менее, продолжая свои эксперименты, он обнаружил, что если бы банку поставить на кусок металла на столе, то при прикосновении к этому куску металла одной рукой и прикосании к проводу другой можно было бы получить электрический разряд — то есть через тело был проложен путь для электрического разряда. Это был практически тот же эксперимент, который провел фон Кляйст со своей бутылкой и гвоздем, но продвинулся на шаг дальше, поскольку показал, что "банку" необязательно держать в руке, как полагал фон Кляйст. Дальнейшие эксперименты, продолженные многими философами того времени, показали то, на что уже указывал фон Клейст, - наэлектризованный сосуд оставался заряженным в течение некоторого времени.

Вскоре после этого Даниэль Гралат, желая получить более сильные разряды, чем можно было бы получить от одной лейденской банки, задумал объединить несколько банок, таким образом впервые объединив генераторы в "батарею", которая производила разряд, достаточно сильный, чтобы убивать птиц и мелких животных. Он также попытался измерить силу разрядов, но вскоре в отчаянии отказался от этой затеи, и решение этой проблемы было предоставлено ученым конца девятнадцатого века.

За появлением лейденской банки, которая позволила производить сильные электрические разряды с помощью небольшого и сравнительно простого устройства, последовали более зрелищные демонстрации различного рода по всей Европе. Эти выставки вызвали интерес королей и знати, так что электричество больше не оставалось "игрушкой не только философов", но и королей. Любимой демонстрацией была передача электрического разряда через длинные шеренги солдат, соединенных вместе кусками проволоки, при этом разряд заставлял их

"одновременно подпрыгивать в воздух" самым удивительным образом. Некий монах в Париже подготовил серию самых сложных демонстраций для развлечения короля, среди прочего объединив целый полк из девяти сот человек, заставляя их выполнять одновременные прыжки и изгибы таким образом, что это очень забавляло королевских гостей. Но не все проводимые эксперименты носили чисто зрелищный характер, хотя большинство из них мало что дали, за исключением отрицательных результатов. Знаменитый аббат Нолле, например, сочетал полезные эксперименты с захватывающими демонстрациями, поддерживая таким образом общественный интерес и одновременно помогая делу научного исследования электричества.

УИЛЬЯМ УОТСОН

Естественно, новые открытия сделали необходимой новую номенклатуру, новые слова и электрические термины, которые постоянно использовались различными авторами того времени. Среди этих писателей был английский ученый Уильям Уотсон, который был не только самым плодовитым писателем, но и неутомимым исследователем. Многие из придуманных им слов сейчас устарели, но, по крайней мере, одно - "схема" - все еще используется.

В 1746 году французский ученый Луи Гийом ле Монье соорудил цепь, состоящую из металла и воды, протянув цепь наполовину по краю пруда, по человеку, державшему ее за оба конца. Один из этих мужчин опустил свободную руку в воду, другой поднес лейденскую банку к удочке, подвешенной на пробковом поплавке на воде, и оба мужчины одновременно получили удар током. Год спустя Уотсон предпринял попытку провести тот же эксперимент в большем масштабе. Он протянул проволоку длиной около тысячи двухсот футов через Вестминстерский мост через Темзу, подведя концы к кромке воды на противоположном берегу, причем человек держал проволоку за один конец и касался воды. Второй человек на противоположной стороне держал проволоку и лейденскую банку; а третий дотрагивался до банки одной рукой, в то время как другой он держался за проволоку, спускавшуюся в реку. Таким образом, они не только получили удар током, но и выпустили спирт через поток так же легко, как это можно было сделать в лаборатории. В этом эксперименте Уотсон обнаружил превосходство проволоки над цепью как проводника, справедливо приписав это превосходство непрерывности металла.

Уотсон продолжал проводить аналогичные эксперименты над более длинными водотоками, некоторые из которых достигали восьми тысяч футов в длину, и, занимаясь одним из них, он сделал открытие, столь важное для более поздних изобретений, что землю можно было использовать как часть круговорота таким же образом, как и водоемы. Удлинив провода, он продолжил эксперименты, пока не была создана цепь длиной в четыре мили, и все же электричество, казалось, проходило по трассе мгновенно и с явно не уменьшающейся силой, если изоляция была идеальной.

БЕНДЖАМИН ФРАНКЛИН

Труды Уотсона теперь перенесли сферу активных открытий за Атлантику, и впервые появился американский ученый - ученый, который не только соперничал, но и превосходил своих европейских современников. Бенджамин Франклин из Филадельфии, получив во владение некоторые книги Уотсона, настолько заинтересовался описанными в них экспериментами, что сразу же начал экспериментировать с электричеством. В книге Уотсона были даны указания по проведению различных экспериментов, и они помогли Франклину повторить старые эксперименты и, в конечном итоге, добавить новые. С Франклином были связаны и в равной

степени интересовались и проявляли энтузиазм, если не были одинаково успешны в совершении открытий, еще трое мужчин: Томас Хопкинсон, Филип Синг и Эбенезер Киннерсли. Эти люди постоянно работали вместе, хотя, по-видимому, именно Франклин независимо друг от друга совершил важные открытия и сформулировал знаменитую франклинскую теорию.

Работая неуклонно и постоянно находясь в курсе прогресса европейских исследователей, Франклин вскоре провел несколько экспериментов, которые, по его мнению, продемонстрировали некоторые доселе неизвестные фазы электрического проявления. Это был эффект заостренных тел, "ПРИТЯГИВАЮЩИХ и ОТБРАСЫВАЮЩИХ электрический огонь". В своем описании этого явления Франклин пишет:

"Поместите железную дробь диаметром три-четыре дюйма на горлышко чистой, сухой стеклянной бутылки. На тонкой шелковой нити, свисающей с потолка прямо над горлышком бутылки, подвесьте небольшой пробковый шарик размером примерно с шарик мрамора; нить такой длины, чтобы пробковый шарик мог упираться в стенку бутылки. Наэлектризуйте удар, и мяч будет отбит на расстояние четырех-пяти дюймов, больше или меньше, в зависимости от количества электричества. В таком состоянии, если вы поставите для выстрела острие длинного тонкого стержня-бодкина на расстояние шести или восьми дюймов, отталкивающая способность мгновенно разрушается, и пробка отлетает в сторону выстрела. Для достижения того же эффекта необходимо поднести тупой предмет на расстояние дюйма и высечь искру.

"Чтобы доказать, что электрический огонь ОТВОДИТСЯ острием, если вы вынете лезвие ножа из деревянной ручки и закрепите его на палочке сургуча, а затем поднесете его на вышеупомянутое расстояние или поднесете очень близко, такого эффекта не последует; но проведите пальцем по воску, пока не коснетесь лезвия, и шар немедленно полетит к цели. Если вы поместите острие в темноте, вы увидите, иногда на расстоянии фута и более, на нем собирается свет, подобный свету светлячков; чем менее острое острие, тем ближе вы должны поднести его, чтобы рассмотреть свет; и на каком бы расстоянии вы ни видели свет, вы можете отвлечь электрический огонь и разрушить отталкивающую способность. Если пробковый шарик, подвешенный таким образом, будет отталкиваться трубкой и к нему быстро поднесут острие, хотя и на значительном расстоянии, то удивительно видеть, как внезапно он отлетит обратно в трубку. Деревянные наконечники подойдут так же хорошо, как и железные, при условии, что древесина не сухая; ибо совершенно сухая древесина проводит электричество не больше, чем сургуч.

"Чтобы показать, что точки будут ОТБРАСЫВАТЬ, а не ПРИТЯГИВАТЬ электрический заряд, приложите к месту выстрела длинную острую иглу, и вы не сможете наэлектризовать выстрел так, чтобы он заставил пробковый шар оттолкнуться. Или прикрепите иглу к концу подвешенного ружейного ствола или железного стержня так, чтобы она была направлена за его пределы, как маленький штык, и пока она остается там, ружейный ствол или стержень не могут быть наэлектризованы, если приложить трубку к другому концу, чтобы дать искру, огонь постоянно и бесшумно гаснет на острие. В темноте вы можете увидеть, что он имеет тот же вид, что и в ранее упомянутом случае ".(3)

Фон Герике, Хауксби и Грей заметили, что заостренные тела особым образом притягивают электричество, но эта демонстрация "вытягивания" "электрического огня" была оригинальной у Франклина. Оригинальной также была теория, которую он сейчас предложил, которая обладала, по крайней мере, тем достоинством, что была мыслима даже нефилософскими

умами. Предполагается, что электричество подобно жидкости, которая будет течь по проводникам и накапливаться в соответствующих емкостях, подобно обычным жидкостям. Эта концепция, вероятно, совершенно неверна, но, тем не менее, она, вероятно, останется популярной, по крайней мере за пределами научных кругов, или до тех пор, пока не будет заменено что-то столь же осязаемое.

ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА ФРАНКЛИНА

Согласно теории Франклина, электричество существует во всех телах как "общий запас" и имеет тенденцию стремиться к состоянию равновесия и оставаться в нем, точно так же, как жидкости естественным образом стремятся к определенному уровню. Но, тем не менее, она может быть повышена или понижена, и таким образом это равновесие будет нарушено. Если в теле больше электричества, чем в его нормальном количестве, говорят, что оно **ПОЛОЖИТЕЛЬНО** наэлектризовано; но если в нем меньше, то оно наэлектризовано **ОТРИЦАТЕЛЬНО**. Переэлектризованное или "плюсовое" тело имеет тенденцию отдавать свой избыточный запас телу, содержащему нормальное количество; в то время как "минусовое" или недостаточно наэлектризованное тело будет получать электричество от тела, содержащего нормальное количество.

Работая в соответствии с этой теорией, Франклин попытался показать, что электричество не создается трением, а просто собирается из его разнообразного состояния: натертый стеклянный шар притягивает определенное количество "электрического огня", но всегда готов отдать его любому телу, у которого его меньше. Он объяснил заряженную лейденскую банку, показав, что внутреннее покрытие из оловянной фольги получает больше обычного количества электричества и, следовательно, **ПОЛОЖИТЕЛЬНО** наэлектризовано, в то время как внешнее покрытие, при уменьшении обычного количества электричества, наэлектризовано **ОТРИЦАТЕЛЬНО**.

Эти исследования лейденской банки и кусочков стекла, покрытых листовым металлом, привели Франклина к изобретению своей батареи, изготовленной из одиннадцати больших стеклянных пластин, покрытых листами свинца. С помощью этой машины, после устранения некоторых дефектов, он смог создавать электрические проявления огромной силы — силы, которая, как он заявил, "не знала границ" ("за исключением затрат и труда") и которая могла превзойти "величайшие известные эффекты обычной молнии".

Эта ссылка на молнию, по-видимому, демонстрирует веру Франклина, даже в то время, в то, что молния - это электричество. Многие выдающиеся наблюдатели, такие как Хауксби, Уолл, Грей и Нолле, заметили сходство между электрическими искрами и молнией, но никто из них не предполагал, что эти два явления могут быть идентичными. В 1746 году хирург Джон Фрике также заявил о своей вере в эту идентичность. Винклер вскоре после этого высказал то же мнение и, предположив, что они были одним и тем же, заявил, что "нет никаких доказательств того, что они имеют разную природу"; и все же он не доказал, что они имели одну и ту же природу.

ФРАНКЛИН ИЗОБРЕТАЕТ ГРОМООТВОД

Еще до того, как Франклин окончательно доказал природу молнии, его эксперименты по снятию электрического заряда с помощью точек привели к некоторым практическим предложениям, которые привели к изобретению громоотвода. В письме от июля 1750 года, которое он написал

по этому поводу, он дал подробные инструкции относительно способа изготовления этих стержней. В частности, Франклин писал: "Не может ли знание этой силы точек быть полезным человечеству для защиты домов, церквей, кораблей и т.д. От удара молнии, предписывая нам закреплять на самых высоких частях зданий вертикальные железные стержни, заостренные, как игла, и позолоченные для предотвращения коррозии, а от основания этих стержней проволоку спускать снаружи здания на территорию или обвивать один из вант корабля и спускать его по борту, пока он не достигнет воды? Разве эти заостренные стержни, вероятно, не вытянули бы электрический огонь бесшумно из облака до того, как оно приблизилось бы достаточно, чтобы ударить, и тем самым обезопасили бы нас от этого самого внезапного и ужасного бедствия?"

"Чтобы ответить на этот вопрос, наэлектризованы ли облака, содержащие молнии, или нет, я предлагаю провести эксперимент там, где это может быть удобно. На вершине какой-нибудь высокой башни или шпиля поставьте что-то вроде будки часового, достаточно большой, чтобы вместить человека и электрический стенд. Из середины подставки пусть поднимется и пройдет железный прут, изгибающийся из двери, а затем вертикально на двадцать или тридцать футов, с очень острым концом. Если электрическую подставку содержать в чистоте и сухости, человек, стоящий на ней, когда такие облака проходят низко, может быть наэлектризован и испускать искры, поскольку стержень притягивает к нему огонь из облака. Если вы почувствуете какую-либо опасность для человека (хотя я думаю, что никакой опасности не будет), пусть он встанет на пол своей будки и время от времени подносит к стержню проволочную петлю, один конец которой прикреплен к проводам, держа ее за восковую ручку; таким образом, искры, если стержень наэлектризован, будут перескакивать со стержня на провод и не воздействовать на него". (4)

Не удовлетворенный всеми собранными им доказательствами, указывающими на тождество молнии и электричества, он добавляет еще одно поразительное и весьма наводящее на размышления доказательство. Было известно, что молния иногда поражает людей слепотой, не убивая их. Экспериментируя на голубях и молодках с помощью своей электрической машины, Франклин обнаружил, что домашняя птица, если ее не убивать сразу, иногда слепнет. Отчет об этих экспериментах был включен в это знаменитое письмо филадельфийского философа.

Отношение Королевского общества к этому четко сформулированному письму с содержащимися в нем полезными предложениями всегда должно оставаться пятном на послужном списке этого обычно очень восприимчивого и либерально настроенного органа. Далекие от того, чтобы опубликовать это или вообще получить, они высмеяли весь этот вопрос как слишком дальновидный для обсуждения обществом. Как было возможно, что какое-либо великое научное открытие могло быть сделано редактором-самоучкой колониальной газеты, который ничего не знал о европейской науке, кроме как понаслышке, когда все великие научные умы Европы не смогли совершить это открытие? В самом деле, как! И все же, казалось бы, если бы кто-нибудь из влиятельных членов ученого общества взял на себя труд перечитать ясно изложенное письмо Франклина, они вряд ли смогли бы не увидеть, что его предложения заслуживают рассмотрения. Но в любом случае, сделали они это или нет, не имеет большого значения. Факт остается фактом: в то время они отказались рассматривать документ всерьез; а позже, когда стала известна его истинная ценность, были вынуждены признать свою ошибку запоздалым отчетом об уже хорошо известном документе.

Но если английские ученые отнеслись холодно к теории и предложениям Франклина, то французские ученые - нет. Бюффон, сразу осознав важность некоторых экспериментов Франклина, предпринял шаги по переводу знаменитого письма на французский, и вскоре не только ученые, но и члены двора и сам король проявили большой интерес. Двое ученых, Де Лор и Д'Алибар, взялись проверить истинность предположения Франклина относительно заостренных стержней, "отводящих молнии". В саду под Парижем последний соорудил заостренный железный прут высотой пятьдесят футов и диаметром в дюйм. Поскольку в течение нескольких дней не появлялось грозовых туч, был поставлен охранник, вооруженный изолированной медной проволокой, которому было приказано проверить с ее помощью железные прутья на случай, если во время отсутствия Д'Алибара разразится гроза. Гроза действительно разразилась, и охранник, не дожидаясь прибытия своего работодателя, схватил проволоку и дотронулся до стержня. Мгновенно раздался выстрел. Полетели искры, и охранник получил такой удар, что подумал, что пришло его время. Полагая по его крику, что он смертельно ранен, его друзья бросились за духовным наставником, который прибежал под дождем и градом, чтобы совершить последние обряды; но когда он обнаружил охранника все еще живым и невредимым, он объяснил свой визит тем, что сам несколько раз испытал жезл, а позже написал отчет о своих экспериментах месье д'Алибару. Этот ученый сразу же сообщил о случившемся Французской академии, отметив, что "идея Франклина была уже не гипотезой, а реальностью".

ФРАНКЛИН ДОКАЗЫВАЕТ, ЧТО МОЛНИЯ - ЭТО ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Европа, до сих пор несколько скептически относившаяся к взглядам Франклина, к этому времени убедилась в идентичности молнии и электричества. Теперь настала очередь Франклина проявить скептицизм. По его мнению, тот факт, что стержень высотой в сто футов наэлектризовался во время шторма, не обязательно доказывал, что грозовые тучи были наэлектризованы. Стержень такой длины на самом деле не был направлен в облако, поскольку даже очень низкая грозовая туча находилась более чем в ста футах над землей. Неопровержимое доказательство, по его мнению, можно было получить, только "извлекая" молнию чем-то, действительно направленным в грозовую тучу; и для достижения этой цели Франклин изготовил своего шелкового воздушного змея, с помощью которого он наконец продемонстрировал к собственному удовлетворению и удовлетворению всего мира, что его теория верна.

Перед грозой он вынес своего воздушного змея на открытое место и запустил его высоко в угрожающие облака, а затем, дотронувшись костяшками пальцев до подвешенного ключа, получил электрическую искру; и немного позже он зарядил лейденскую банку от электричества, добытого воздушным змеем из облаков.

В кратком, но прямом письме он отправил отчет о своем воздушном змее и эксперименте в Англию:

"Сделайте небольшой крест из двух легких кедровых полосок, - писал он, - с ручками такой длины, чтобы они доставали до четырех углов большого тонкого шелкового носового платка, когда его расправите; привяжите уголки платка к концам креста, чтобы у вас получилось туловище воздушного змея; который, будучи должным образом снабжен хвостом, петлей и бечевкой, будет подниматься в воздух, как бумажный; но это шелковое изделие лучше переносит ветер и влагу от порывов грома, не разрываясь. К верхней части вертикальной палки

креста должна быть прикреплена очень заостренная проволока, возвышающаяся на фут или более над деревом. К концу бечевки, рядом с рукой, нужно привязать шелковую ленту; там, где соединяются шелк и бечевка, можно прикрепить ключ. Этот воздушный змей должен быть поднят при приближении порыва ветра, и человек, который держит бечевку, должен стоять в дверях или у окна или под каким-нибудь укрытием, чтобы шелковая лента не намокла; и необходимо следить за тем, чтобы бечевка не касалась дверной или оконной рамы. Как только какая-нибудь из грозowych туч надвинется на воздушного змея, заостренный провод вытянет из них электрический огонь, и воздушный змей со всей бечевкой будет наэлектризован, и свободные нити будут торчать повсюду и притягиваться приближающимся пальцем, и когда дождь намочит воздушного змея и бечевку настолько, что они смогут свободно пропускать электрический огонь, вы обнаружите, что он обильно вытекает из ключа при приближении вашего кулака, и этим ключом можно зарядить флакон; и из электрического огня, полученного таким образом, можно разжигать спиртные напитки и проводить все другие электрические эксперименты. выполняются, которые обычно выполняются с помощью натертого стеклянного шара или трубки, и тем самым полностью демонстрируется тождество электрического вещества с веществом молнии".(5)

При проведении экспериментов с молнией и заостренными стержнями Франклина в Европе несколько ученых получили сильные удары током, в одном случае со смертельным исходом. Профессор Ричман из Санкт-Петербурга, экспериментируя во время грозы с железным прутком, который он установил на своем доме, получил удар током, который убил его мгновенно.

Примерно в 1733 году, как мы видели, Дюфэ продемонстрировал, что существуют два явно разных вида электричества; одно называется СТЕКЛОВИДНЫМ, потому что вырабатывается при трении стекла, а другое СМОЛИСТОЕ, потому что вырабатывается при трении смолистых тел. Дюфэ предположил, что эти два явно разных электричества могут быть получены только соответствующими веществами; но двадцать лет спустя Джон Кантон (1715-1772), англичанин, продемонстрировал, что при определенных условиях и то, и другое может быть получено трением одного и того же вещества. Эксперимент Кантона, проведенный на стеклянной трубке с шероховатой поверхностью, доказал, что если потереть поверхность трубки промасленным шелком, вырабатывается стекловидное или положительное электричество, но если потереть фланелью, вырабатывается смолистое электричество. Далее он обнаружил, что оба вида можно возбуждать в одной и той же трубке одновременно с помощью одного каучука. Чтобы продемонстрировать это, он использовал трубку, одна половина которой имела шероховатую, а другая - глазурованную поверхность. Одним касанием резины он смог возбудить оба вида электричества в этой трубке. Он обнаружил также, что определенные вещества, такие как стекло и янтарь, положительно электризуются при извлечении из ртути, и это привело к его важному открытию, что смесь ртути и олова, нанесенная на поверхность резины, очень эффективно возбуждает стекло.

XV. ЕСТЕСТВЕННАЯ ИСТОРИЯ ДО ВРЕМЕН ЛИННЕЯ

Обычно считается, что современная систематическая ботаника и зоология берут свое начало с Линнея. Но были определенные предшественники знаменитого шведского натуралиста, некоторые из них опередили его более чем на столетие, чьи работы не следует полностью игнорировать — такие люди, как Конрад Геснер (1516-1565), Андреас Цезальпинус (1579-1603), Франсиско Реди (1618-1676), Джованни Альфонсо Борелли (1608-1679), Джон Рэй (1628-1705), Роберт Гук (1635-1703), Джон Сваммердам (1637-1680), Марчелло Мальпиги (1628-1694), Неемия Гроу (1628-1711), Джозеф Турнефор (1656-1708), Рудольф Якоб Камерариус (1665-1721) и Стивен Хейлс (1677-1761). Последний из названных был, конечно, современником самого Линнея, но Геснер и Цезальпин принадлежат, как следует заметить, к столь отдаленной эпохе, как эпоха Коперника.

В предыдущей главе упоминались микроскопические исследования Марчелло Мальпиги, который, как там говорилось, был первым наблюдателем, действительно увидевшим, как кровяные тельца проходят через капилляры. Другим достижением этого первого из великих микроскопистов было препарирование мышечной ткани, и таким образом он стал отцом микроскопической анатомии. Но Мальпиги не ограничивал свои наблюдения тканями животных. Он также препарировал растения, и у него почти такое же полное право называться отцом анатомии растений, хотя здесь его почести разделяет англичанин Грю. В 1681 году, когда работа Мальпиги "Анатомия растений" была на пути в Королевское общество для публикации, в руках издателей оказалась "Анатомия овощей" Грю, появившаяся на несколько месяцев раньше работы великого итальянца. Книга Грю стала эпохой в указании на половые различия растений.

Роберт Гук разработал микроскоп и сделал первые шаги к изучению анатомии растений, опубликовав в 1667 году, среди прочих результатов, открытие клеточной структуры пробки. В этой связи Гук впервые применил название "клетка". Эти открытия Гука, Мальпиги и Грю, а также открытие кровообращения Уильямом Харвеем незадолго до этого привлекли внимание к сходству строения животных и растений. Хейлз провел серию исследований на животных, чтобы определить силу кровяного давления; и точно так же он провел многочисленные статические эксперименты, чтобы определить давление потока сока в овощах. Его "Статика растений", опубликованная в 1727 году, была первой важной работой на тему физиологии растений, и по этой причине Хейлса называют отцом этой отрасли науки.

В ботанике, как и в зоологии, классификации Линнея, конечно, вытеснили все предыдущие классификации по очевидной причине, что они были гораздо более удовлетворительными; но его работа была кульминацией многих аналогичных и более или менее удовлетворительных попыток его предшественников. Примерно в 1670 году доктор Роберт Морисон (1620-1683) из Абердина опубликовал классификацию растений, в его системе учитывалась древесная или травянистая структура, а также цветы и плоды. Эта классификация была вытеснена двенадцать лет спустя классификацией Рэя, который разделил все известные овощи на тридцать три класса, основой этой классификации были плоды. Несколько лет спустя Ривинус, профессор ботаники Лейпцигского университета, составил еще одну классификацию, определив отличительный признак главным образом по цветку, а Камерариус и Турнефор также

разработали сложные классификации. На континенте классификация Турнефора была самой популярной до времен Линнея, его систематическое расположение включало около восьми тысяч видов растений, расположенных в основном по форме венчика.

Большинство из этих первых исследователей уделяли внимание как растительному, так и животному царству. Их называли натуралистами, а область их исследований называлась "естественной историей". Специализация знаний еще не достигла той более поздней стадии, на которой ботаник, зоолог и физиолог почувствовали, что их труды резко разделены. Такое разделение становилось все более и более необходимым по мере расширения области знаний; но оно стало императивным лишь спустя много времени после Линнея. Сам этот натуралист, как мы увидим, был в равной степени выдающимся ботаником и зоологом. Его великая задача систематизации знаний была применена ко всему спектру живых существ.

Каролус Линней родился в городе Рашульте в Швеции 13 мая 1707 года. В детстве он проявил большие способности к изучению ботанических названий и запоминанию фактов о различных растениях, рассказанных ему отцом. Однако его стремление к знаниям не распространялось на обычные начальные занятия, и, за единственным исключением изучения физиологии, он показал себя равнодушным учеником. Его отсталость была тяжким испытанием для его отца, который желал, чтобы его сын стал священником; но поскольку молодому Линнею это призвание не нравилось, и поскольку он хорошо зарекомендовал себя в изучении физиологии, его отец, наконец, решил позволить ему заняться изучением медицины. Наконец-то нашлось занятие по душе мальчику, который вскоре соперничал с лучшими из своих сокурсников за первые награды. Тем временем он продолжал упорно изучать естественную историю, приобретая значительные знания в области орнитологии, энтомологии и ботаники и постоянно пополняя свою коллекцию ботанических образцов. В 1729 году его ботанические познания были доведены до сведения Олафа Рудбека, профессора ботаники Университета Упсалы, в подготовленной Линнеем короткой статье о полах растений. Рудбек был настолько впечатлен некоторыми идеями, изложенными в этой статье, что на следующий год назначил автора своим ассистентом.

Это было началом карьеры Линнея как ботаника. Таким образом, академические сады были открыты для него, и в его распоряжении было время для занятий в перерывах между лекциями и по вечерам. Именно в это время он начал подготовку своего труда "Естественная система", первого из своих великих трудов, содержащего всеобъемлющий очерк всей области естественной истории. Когда эта работа была опубликована, ясность выраженных взглядов и систематическое расположение различных классификаций вызвали большое удивление и восхищение и сразу же поставили Линнея в первый ряд натуралистов. Вскоре за этой работой последовали другие публикации, в основном на ботаническую тематику, в которых, среди прочего, он подробно разработал свою знаменитую "систему".

Эта система основана на полах растений и обычно называется "искусственным методом" классификации, поскольку она учитывает лишь несколько отмеченных признаков растений, не объединяя их более общими естественными сходствами. В настоящее время она рассматривается только как ступенька к "естественной" системе; но на момент ее распространения она была эпохальной по своей прямоте и простоте, а следовательно, и по превосходству над любыми существующими системами.

Одна из великих реформ, осуществленных Линнеем, касалась научной терминологии. Технические термины абсолютно необходимы для научного прогресса, и особенно в ботанике, где неясность, двусмысленность или растянутость описаний фатально вводят в заблуждение. Работа Линнея содержит что-то вроде тысячи терминов, значения и использование которых тщательно объяснены. Такой массив на первый взгляд кажется произвольным и ненужным, но тот факт, что он используется уже около двух столетий, является неоспоримым доказательством его практичности. Описательный язык ботаники, используемый Линнеем, до сих пор служит образцом для всех других предметов.

Тесно связанным с ботанической терминологией является предмет ботанической номенклатуры. Старый метод использования ряда латинских слов для описания каждого отдельного растения, очевидно, слишком громоздок, и до Линнея было предпринято несколько попыток заменить его более простыми методами. Сам Линней предпринял несколько неудачных попыток, прежде чем, наконец, натолкнулся на свою систему "тривиальных названий", которая была развита в его "*Species plantarum*" и которая, с некоторыми незначительными изменениями, остается в употреблении по сей день. Суть системы заключается во введении биномиальной номенклатуры, то есть использовании двух названий и не более для обозначения какого-либо одного вида животного или растения. Принцип совершенно тот же, что и тот, согласно которому в современном обществе у человека есть два имени, скажем, Джон Доу, одно из которых обозначает его семью, а другое - личность. Точно так же каждый вид животного или растения, согласно системе Линнея, получил специфическое или "тривиальное" название; в то время как различным видам, объединенным в соответствии с их кажущимся естественным родством в группы, называемые родами, было присвоено одно и то же общее название. Таким образом, общее название, данное всем членам кошачьего племени, - *Felis*, имя *Felis leo* обозначает льва; *Felis pardus* - леопарда; *Felis domestica* - домашнюю кошку и так далее. Сейчас это кажется совершенно простым и естественным, но, чтобы понять, насколько масштабную реформу внесла биномиальная номенклатура, нам достаточно обратиться к работам предшественников Линнея. Будет достаточно одной иллюстрации. Существует, например, разновидность травы, в отношении которой натуралист до Линнея, если бы он хотел быть абсолютно однозначным, был вынужден использовать следующую описательную формулу: *Gramen Xerampelino, Miliacea, praetenuis ramosaque sparsa panicula, sive Xerampelino congener, arvense, aestivum; gramin minutissimo semine*. Линней дал этому растению название *Poa bulbosa* — название, которого, согласно новой системе, было достаточно, чтобы отличить это растение от любого другого вида овощей. Не требуется никаких специальных знаний, чтобы оценить преимущество такого упрощения.

Во время посещения Парижа в 1738 году Линней встретился и ботанизировал с двумя ботаниками, чей "естественный метод" классификации позже вытеснил его собственную "искусственную систему". Это были Бернар и Антуан Лоран де Жюссье. Усилия этих двух ученых были направлены на создание системы, которая должна быть нацелена на ясность, простоту и точность и в то же время руководствоваться естественными свойствами растений. Естественная система, предложенная ими в конечном итоге, основана на количестве семядолей, структуре семени и расположении тычинок. Последующие авторы по ботанике вносили различные модификации в эту систему, но, тем не менее, она остается краеугольным камнем современной ботанической классификации.

ПРИЛОЖЕНИЕ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

ГЛАВА I

НАУКА В ТЕМНЫЕ ВЕКА

(1) (стр. 4). Джеймс Харви Робинсон, Введение в историю Западной Европы, Нью-Йорк, 1898, стр. 330.

(2) (стр. 6). Генри Смит Уильямс, Вводная характеристика истории Италии, в т. IX. из "Всемирной истории историков", 25 томов., Лондон и Нью-Йорк, 1904.

ГЛАВА III

СРЕДНЕВЕКОВАЯ НАУКА На ЗАПАДЕ

(1) (стр. 47). Этиген Мюнц, Леонардо до Винчи, художник, мыслитель и человек науки, 2 тома., Нью-Йорк, 1892. Том II., стр. 73.

ГЛАВА IV

НОВАЯ КОСМОЛОГИЯ — ОТ КОПЕРНИКА ДО КЕПЛЕРА И ГАЛИЛЕЯ

(1) (стр. 62). Copernicus, *uber die Kreisbewegungen der Welfkorper*, trans. from Dannemann's *Geschichle du Naturwissenschaften*, 2 vols., Leipzig, 1896.

(2) (стр. 90). Galileo, *Dialogo dei due Massimi Systemi del Mondo*, trans. из Даннеманна, соч. цит. по

ГЛАВА V

ГАЛИЛЕЙ И НОВАЯ ФИЗИКА (1) (стр. 101). Ротманн, "История астрономии" (в Библиотеке полезных знаний), Лондон, 1834.

(2) (стр. 102). Уильям Уэвелл, "История индуктивных наук", 3 тома, Лондон, 1847-Том. II., стр. 48.

(3) (стр. 111). "Жизни выдающихся личностей" Био, Джардина, Бетьюна и др., Лондон, 1833.

(4) (стр. 113). Уильям Гилберт, "О Магнетизме", перевод П. Флери Моттли, Лондон, 1893. В биографических мемуарах, стр. xvi.

(5) (стр. 114). Гилберт, указ. соч., стр. xlvii.

(6) (стр. 114). Гилберт, указ. соч., стр. 24.

ГЛАВА VI

ДВЕ ПСЕВДОНАУКИ -АЛХИМИЯ И АСТРОЛОГИЯ

(1) (стр. 125). Исход xxxii, 20.

(2) (стр. 126). Чарльз Маккей, *Популярные заблуждения*, 3 тома., Лондон, 1850. Том II., стр. 280.

(3) (стр. 140). Маккей, указ. соч., т. 11., стр. 289.

(4) (Стр. 145). Джон Б. Шмальц, "Подтвержденная астрология", Нью-Йорк, 1898.

(5) (стр. 146). Уильям Лилли, "Звездный вестник", Лондон, 1645, стр. 63.

(6) (стр. 149). Лилли, указ. соч., стр. 70.

(7) (стр. 152). Джордж Уортон, Астрологическое суждение о нынешнем походе Его Величества, начатое в Оксфорде, 7 мая 1645 г., стр. 7-10.

(8) (стр. 154). К. В. Робак, "Тайны астрологии", Бостон, 1854, стр. 29.

ГЛАВА VII

ОТ ПАРАЦЕЛЬСА ДО ГАРВЕЯ

(1) (стр. 159). А. Э. Уэйт, Герметические и алхимические труды Парацельса, 2 тома., Лондон, 1894. Том I., стр. 21.

(2) (стр. 167). Э. Т. Уизингтон, История медицины с древнейших времен, Лондон, 1894, стр. 278.

(3) (стр. 173). Джон Далтон, "Доктрины обращения", Филадельфия, 1884, стр. 179.

(4) (стр. 174). Уильям Харвей, "О сердцах и крови", Лондон, 1803, глава X.

(5) (стр. 178). Произведения Уильяма Харви, переведенные Робертом Уиллисом, Лондон, 1847, стр. 56.

ГЛАВА VIII

МЕДИЦИНА В ШЕСТНАДЦАТОМ И СЕМНАДЦАТОМ ВЕКАХ

(1) (стр. 189). Герман Баас, "История медицины", перевод Х. Э. Хендерсона, Нью-Йорк, 1894, стр. 504.

(2) (стр. 189). Э. Т. Уизингтон, История медицины с древнейших времен, Лондон, 1894, стр. 320.

ГЛАВА IX

УЧЕНЫЕ-ФИЛОСОФЫ И НОВЫЕ УЧЕБНЫЕ ЗАВЕДЕНИЯ

(1) (стр. 193). Джордж Л. Крейк, Бэкон, его труды и философия, 2 тома., Лондон, 1846. Том II., стр. 121.

(2) (стр. 193). Из выступления Хаксли По поводу Рассуждений Декарта О Методе правильного использования своего Разума и поиска научной истины.

(3) (стр. 195). Rene Descartes, Traite de l'Homme (Cousins's edition. во II т.), Париж, 1824. Том VI., стр. 347.

ГЛАВА X

ПРЕЕМНИКИ ГАЛИЛЕЯ В ФИЗИЧЕСКОЙ НАУКЕ

(1) (стр. 205). См. Теорию флогистона, том IV.

(2) (стр. 205). Роберт Бойль, Философские произведения, 3 тома., Лондон, 1738. Том. III., стр. 41.

(3) (стр. 206). Там же, т. III., стр. 47.

(4) (стр. 206). Там же, том II., стр. 92.

(5) (стр. 207). Там же, том II., стр. 2.

(6) (стр. 209). Там же, том I., стр. 8.

(7) (стр. 209). Там же, т. III., стр. 508.

(8) (стр. 210). Там же, т. III., стр. 361.

(9) (стр. 213). Отто фон Герики, в "Философских трудах Лондонского королевского общества", № 88, за 1672 год, стр. 5103.

(10) (стр. 222). Von Guericke, Phil. Пер. за 1669 год, том I., стр. 173, 174.

ГЛАВА XI

НЬЮТОН И СОСТАВ СВЕТА

(1) (стр. 233). Фил. Пер. Лондонского королевского общества, № 80, 1672, стр. 3076-3079. (2) (стр. 234). Там же, стр. 3084, 3085.

(3) (стр. 235). Вольтер, "Письма об английской нации", Лондон, 1811.

ГЛАВА XII

НЬЮТОН И ЗАКОН ВСЕМИРНОГО ТЯГОТЕНИЯ

(1) (стр. 242). Сэр Исаак Ньютон, "Принципы", перевод Эндрю Мотта, Нью-Йорк, 1848, стр. 391, 392.

(2) (стр. 250). Ньютон, указ. соч., стр. 506, 507.

ГЛАВА XIV

ПРОГРЕСС В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА ОТ ГИЛБЕРТА И ФОН ГЕРИКЕ ДО ФРАНКЛИНА

(1) (стр. 274). Письмо М. Дюфэ, Ф.Р.С. и Королевской академии наук в Париже и др., в Phil. Перевод. Королевского собрания сочинений, том. XXXVIII., стр. 258-265.

(2) (стр. 282). Декан фон Кляйст в "Воспоминаниях Данзика", том I., стр. 407. Из книги Джозефа Пристли "История электричества", Лондон, 1775, стр. 83, 84.

(3) (стр. 288). Бенджамин Франклин, "Новые эксперименты и наблюдения над электричеством", Лондон, 1760, стр. 107, 108.

(4) (стр. 291). Франклин, указ. соч., стр. 62, 63.

(5) (стр. 295). Франклин, указ. соч., стр. 107, 108.

(Примечания и библиографию к тому II см. в т. V.)

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПЯТИ ТОМОВ

КНИГА I

I. ДОИСТОРИЧЕСКАЯ НАУКА

II. ЕГИПЕТСКАЯ НАУКА

III. НАУКА ВАВИЛОНИИ И АССИРИИ

IV. РАЗРАБОТКА АЛФАВИТА

V. ЗАЧАТКИ ГРЕЧЕСКОЙ НАУКИ

VI. РАННИЕ ГРЕЧЕСКИЕ ФИЛОСОФЫ В ИТАЛИИ

VII. ГРЕЧЕСКАЯ НАУКА В РАННЕАТТИЧЕСКИЙ ПЕРИОД

- VIII. ПОСТСОКРАТОВСКАЯ НАУКА В АФИНАХ - ПЛАТОН, АРИСТОТЕЛЬ И ТЕОФРАСТ
 - IX. ГРЕЧЕСКАЯ НАУКА АЛЕКСАНДРИЙСКОГО Или ЭЛЛИНИСТИЧЕСКОГО ПЕРИОДА
 - X. НАУКА РИМСКОГО ПЕРИОДА
 - XI. РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ ВЗГЛЯД НА КЛАССИЧЕСКУЮ НАУКУ
-

КНИГА II. ИСТОКИ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ

- I. НАУКА В ТЕМНЫЕ ВЕКА
 - II. СРЕДНЕВЕКОВАЯ НАУКА У АРАБОВ
 - III. СРЕДНЕВЕКОВАЯ НАУКА На ЗАПАДЕ
 - IV. НОВАЯ КОСМОЛОГИЯ — ОТ КОПЕРНИКА До КЕПЛЕРА И ГАЛИЛЕЯ
 - V. ГАЛИЛЕЙ И НОВАЯ ФИЗИКА
 - VI. ДВЕ ПСЕВДОНАУКИ - АЛХИМИЯ И АСТРОЛОГИЯ
 - VII. ОТ ПАРАЦЕЛЬСА До ГАРВЕЯ
 - VIII. МЕДИЦИНА В ШЕСТНАДЦАТОМ И СЕМНАДЦАТОМ ВЕКАХ
 - IX. УЧЕНЫЕ-ФИЛОСОФЫ И НОВЫЕ УЧЕБНЫЕ ЗАВЕДЕНИЯ
 - X. ПРЕЕМНИКИ ГАЛИЛЕЯ В ФИЗИЧЕСКОЙ НАУКЕ
 - XI. НЬЮТОН И СОСТАВ СВЕТА
 - XII. НЬЮТОН И ЗАКОН ВСЕМИРНОГО ТЯГОТЕНИЯ
 - XIII. ТОЧНЫЕ ПРИБОРЫ В ЭПОХУ НЬЮТОНА
 - XIV. ПРОГРЕСС В ЭЛЕКТРИЧЕСТВЕ От ГИЛБЕРТА И ФОН ГЕРИКЕ До ФРАНКЛИНА
 - XV. ЕСТЕСТВЕННАЯ ИСТОРИЯ ДО ВРЕМЕН ЛИННЕЯ
-

КНИГА III. СОВРЕМЕННОЕ РАЗВИТИЕ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК

- I. ПРЕЕМНИКИ НЬЮТОНА В АСТРОНОМИИ
 - II. ПРОГРЕСС СОВРЕМЕННОЙ АСТРОНОМИИ
 - III. НОВАЯ НАУКА ПАЛЕОНТОЛОГИЯ
 - IV. ПРОИСХОЖДЕНИЕ И РАЗВИТИЕ СОВРЕМЕННОЙ ГЕОЛОГИИ
 - V. НОВАЯ НАУКА МЕТЕОРОЛОГИЯ
 - VI. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕОРИИ ТЕПЛА И СВЕТА
 - VII. СОВРЕМЕННОЕ РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА И МАГНЕТИЗМА
 - VIII. СОХРАНЕНИЕ ЭНЕРГИИ
 - IX. ЭФИР И ВЕСОМАЯ МАТЕРИЯ
-

КНИГА IV. СОВРЕМЕННОЕ РАЗВИТИЕ ХИМИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

- I. ТЕОРИЯ ФЛОГИСТОНА В ХИМИИ
- II. ИСТОКИ СОВРЕМЕННОЙ ХИМИИ
- III. ХИМИЯ СО ВРЕМЕН ДАЛЬТОНА
- IV. АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ В ВОСЕМНАДЦАТОМ ВЕКЕ
- V. АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ В ДЕВЯТНАДЦАТОМ ВЕКЕ
- VI. ТЕОРИИ ОРГАНИЧЕСКОЙ ЭВОЛЮЦИИ
- VII. МЕДИЦИНА ВОСЕМНАДЦАТОГО ВЕКА
- VIII. МЕДИЦИНА ДЕВЯТНАДЦАТОГО ВЕКА
- IX. НОВАЯ НАУКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ПСИХОЛОГИИ
- X. НОВАЯ НАУКА ВОСТОЧНОЙ АРХЕОЛОГИИ

КНИГА V. АСПЕКТЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ

I. БРИТАНСКИЙ МУЗЕЙ

II. ЛОНДОНСКОЕ КОРОЛЕВСКОЕ ОБЩЕСТВО ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЗНАНИЙ

III. КОРОЛЕВСКИЙ ИНСТИТУТ И НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

IV. НЕКОТОРЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ЛАБОРАТОРИИ И ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

V. МОРСКАЯ БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ В НЕАПОЛЕ

VI. ЭРНСТ ГЕККЕЛЬ И НОВАЯ ЗООЛОГИЯ

VII. НЕКОТОРЫЕ МЕДИЦИНСКИЕ ЛАБОРАТОРИИ И МЕДИЦИНСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

VII. НЕКОТОРЫЕ НЕРЕШЕННЫЕ НАУЧНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

IX. РЕТРОСПЕКТИВА И ПЕРСПЕКТИВА